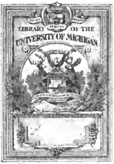

FROM THE LIBRARY OF

Professor Karl Heinrich Rau

OF THE UNIVERSITY OF HEIDELBERG

PRESENTED TO THE

UNIVERSITY OF MICHIGAN

BY

Mr. Philo Parsons

OF DETROIT

1871

Digitized by Google

TP
145
.S38
1835

Digitized by Google

10863
PARSONS LIBRARY
University of
MICHIGAN

Elemente

der

technischen Chemie.

Zum Gebrauch beim Unterricht im Königl. Gewerbinstitut und den Provinzial-Gewerbschulen des preuſs. Staats.

Von

Ernst Ludwig Schubarth,

Doctor der Philosophie, Medicin und Chirurgie, auſserordentlichem Professor an der Königl. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, Lehrer der Physik und Chemie am Königl. Gewerbinstitut und der Königl. Allgemeinen Bauschule, Mitglied der Königl. technischen Deputation für Gewerbe im Ministerio der Finanzen

Zweite sehr vermehrte Auflage.

Ersten Bands erste Abtheilung,
mit 7 Kupfertafeln.

Berlin,
in Commission bei August Rücker.
1835.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sr. Hochwohlgeboren

dem Herrn

P. C. W. Beuth,

Königl. Wirkl. Geheimen Ober-Regierungsrath und Direktor der Abtheilung für Handel nnd Fabrikation im Ministerio der Finanzen, Dircktor der Königl. technischen Deputation für Gewerbe, des Königl. Gewerbinstituts und der Königl. Allgem. Bauschule, Mitglied des Staatsraths, Ritter mehrerer hohen Orden des In- und Auslands etc.

Digitized by Google

Ew. Hochwohlgeboren

setzten in meine geringen Leistungen bei der Begründung des Königl. Gewerbinstituts Vertrauen, gaben mir vielfache Gelegenheit, mich für den neuen Beruf auszubilden, und die Veranlassung zur Bearbeitung dieser Elemente.

Mit dem Gefühl der innigsten Verehrung und Dankbarkeit gebe ich mir daher jetzt die Ehre, Ihnen das Werk zuzueignen, und bitte es gütig aufzunehmen und nachsichtsvoll zu beurtheilen.

Mögen Ew. Hochwohlgeboren noch lange für das Wohl des Vaterlands, für die Ausbildung der gewerbtreibenden Jugend wirken, um Zeuge der segensreichen Früchte zu sein, welche diese Aussaat reichlich tragen wird.

Ew. Hochwohlgeboren

Berlin,
den 3ten August
1833.

gehorsamster Diener
Schubarth.

Digitized by Google

Vorwort zur ersten Auflage.

Es sind 9 Jahre verflossen, seitdem das hiesige Königl. Gewerbinstitut gegründet, und mir die Ehre zu Theil wurde, an demselben Vorträge über Physik und Chemie in gewerblicher Beziehung zu halten. So wie mit jedem Jahr sich die Zahl fähiger Zöglinge vermehrte, wurde auch der Umfang des Unterrichts erweitert, um dem groſsen Ziel einer zweckmäſsigen gründlichen Bildung künftiger Gewerbtreibender immer näher zu treten. Aber bald wurde der Mangel eines für den Unterricht in der technischen Chemie passenden Werks fühlbar, welches, nicht wie ein Lehrbuch in gedrängter Kürze einen Leitfaden des Vortrags abgiebt, und eines weitläuftigen Commentars des Lehrers bedarf, was zu Folge hat, daſs die Schüler, um zum Repetiren der mannichfaltigen Einzelnheiten einen Anhaltpunkt zu haben, vollständige Hefte nach dem Vortrag des Lehrers ausarbeiten müssen, wie es zeither auf dem Institut geschehen ist, — welche Einrichtung mit vielem Zeitaufwand verknüpft, auf der andern Seite aber auch zum Aneignen des Gelernten wesentlich beiträgt, — sondern als ein Hand- und Lesebuch einen vollständigen Vortrag über technische Chemie und chemische Technologie enthält, so daſs der Zögling zur Wiederholung des Gehörten und zum Privatstudium reichlichen Stoff findet, und durch Nachlesen sich selbst belehren kann.

Es wurde mir daher schon vor Jahren der Wunsch der Höchsten vorgesetzten Behörde zu erkennen gegeben, für ein den Zwecken des Instituts und der Provinzial-Gewerbschulen ange-

Digitized by Google

meſsnes Werk Sorge zu tragen, wenn ich durch mehrjährige Erfahrung sowohl das Bedürfniſs der Lernenden, als auch die zweckmäſsigste Art des Vortrags würde kennen gelernt haben. Zu diesem Behuf habe ich nun seit Jahren Notizen gesammelt, und meine Vorträge schriftlich ausgearbeitet. Se. Excellenz der Herr Minister des Innern für Handel, Gewerbe und Bauwesen hat bestimmt, daſs dieses Werk nicht allein beim Unterricht im Königl. Gewerbinstitut, sondern auch in den Provinzial-Gewerbschulen, um einen gleichförmigen Unterricht zu bezwecken, zum Grund gelegt werden soll, zu welchem Ende auch eine beträchtliche Anzahl Exemplare angekauft worden ist, und die Zöglinge der Gewerbschulen Exemplare von mir erhalten.

Bei Ausarbeitung des Lehrbuchs war mein Bestreben, nicht blos dem Anfänger, sondern auch dem weiter Vorgeschrittnen Stoff zur Belehrung zu geben, für eine gründliche Kenntniſs der wichtigsten chemischen Lehren, der technischen Prozesse der Gewinnung, Darstellung der in den Gewerben angewendeten verschiedenartigen Substanzen, deren Eigenschaften, Güte, Prüfung der Reinheit, Benutzung in den Gewerben Sorge zu tragen.

So wie beim Erlernen einer jeden Wissenschaft das *non multa, sed multum* eine goldne Regel ist, so ist es ganz besonders bei der Chemie der Fall, welche an sich schon das Gedächtniſs der Lernenden gar sehr in Anspruch nimmt. Was nutzt dem Gewerbsmann für den ersten Unterricht in der Chemie vom Jod, Brom, von der Ytter-, Zirkon-, Beryllerde etwas zu hören, wenn er nur von der Kohle, dem Schwefel, der Schwefelsäure, dem Chlor u. a. gründliches gelernt hat; vom Palladium und Cerer etwas zu wissen, und auf der andern Seite die verschiednen Darstellungsarten des Eisens, des Stahls, und die Methode, Pottasche auf ihren Kaligehalt zu prüfen, nicht zu kennen? Es muſs daher der Lehrer bei dem ersten Unterricht von jenen füglich schweigen, um die Zeit auf eine gründliche Belehrung über das Unentbehrlichste zu verwenden.

Bei der Abhandlung der einzelnen Gegenstände habe ich die wissenschaftlichen neuern Benennungen, die ältern Namen, und, so viel es mir möglich war, die technischen Ausdrücke nicht allein

in der Muttersprache, sondern auch die französischen und englischen angegeben, um den Gebildetern, welche in jenen Sprachen geschriebne technische Werke lesen wollen, das Verständniſs derselben zu erleichtern, zu welchem Zweck besondere Register dem Werk beigegeben sind; Wörterbücher lassen nur zu oft den Belehrungsuchenden hierüber im Dunkeln. Ich webte ferner das Nothwendigste aus der technischen Mineralogie ein, um das Bild zu vervollständigen, welches der Lehrer dem Schüler von der Verarbeitung vieler Fossilien, Erze entwerfen muſs, und insbesondere auch deshalb, weil über technische Mineralogie an den mehrsten Gewerbschulen keine Vorträge stattfinden. Ich bin hierin meist *Brard* und *v. Leonhard* gefolgt. Auch suchte ich, so viel es mir möglich war, die Fundörter nützlicher Fossilien im preuſsischen Staat, so wie die gewerbliche Verarbeitung derselben bei uns nachzuweisen, über vaterländische Fabrikanlagen, berg- und hüttenmännische Produktionen, über Ein- und Ausfuhr wichtiger roher Materialien und chemisch-technischer Fabrikate Nachricht zu geben, um hierdurch dem Buch ein vaterländisches Interesse zu verleihen, und dem Lernenden sein Vaterland in technischer Beziehung kennen zu lehren.

Unterstützt durch die zuvorkommende Güte verehrter Männer, denen ich hiedurch meinen aufrichtigsten Dank abstatte, bin ich in den Stand gesetzt worden, Zeichnungen interessanter technischer Einrichtungen, die bei uns ausgeführt wurden, und im Betrieb stehen, so wie bewährter Apparate und Maschinen, diesem Buch zuzufügen, wodurch einem dringenden Bedürfniſs beim Unterricht abgeholfen ist. Auch habe ich die wichtigste neueste Literatur angegeben, und die Quellen genannt, aus denen ich Belehrung schöpfte, indem ich den eitlen Schein vermeiden wollte, fremde Erfahrungen für die meinigen auszugeben.

Ich hoffe, daſs dieses Werk auch auſser den Lehranstalten, für welche ich es zunächst, auf höhere Veranlassung, zu verfassen unternommen habe, nützlich sein, und von einem Jeden, der sich eine gründliche Einsicht in das Gebiet der technischen Chemie und chemischen Technologie verschaffen will, nicht ohne Befriedigung aus der Hand gelegt werden wird. Ich bescheide mich aber

sehr gern, daſs es Manchem zu gelehrt und nicht populär genug scheinen wird; hiergegen erwidere ich, daſs es für die Jugend geschrieben, welche sich ohne groſse Schwierigkeit in einen wissenschaftlichen Vortrag findet. Mit Freuden denke ich an die Zukunft, wenn der Saame, den wir Lehrer ausstreuten, zur fruchtbringenden Saat gereift sein wird, und unsre treuen Bemühungen von vielen dankbaren Schülern durch treffliche Leistungen werden vergolten werden!

Heil unserm allverehrten König, Heil dem Vaterland!

Berlin, den 4. Oktober, 1830.

Schubarth

Digitized by Google

Vorwort zur zweiten Auflage.

Es ist mir sehr schmeichelhaft und ehrenvoll, nach einem Zeitraum von vier Jahren eine zweite Auflage meinen Lesern übergeben zu können. Ein flüchtiger Blick in dieselbe wird lehren, daſs es kein bloſser Abdruck der ersten mit hie und da eingestreuten Zusätzen oder Veränderungen ist, sondern daſs ich die Mühe nicht gescheut habe, vieles umzuarbeiten und anders zu gestalten. Diese Bearbeitung war ganz besonders bei der ersten Abtheilung nöthig, um sie mit den folgenden in genauere Uebereinstimmung zu bringen.

Bei der Abhandlung der Stoffe, die ohne praktische Anwendung sind, wenigstens kein technisches Interesse haben, bin ich noch kürzer, als in der frühern Auflage gewesen, ich habe vieles beseitigt, was in einem Werk über technische Chemie überflüssig, um Raum für die ausgedehntere Abhandlung des technisch wichtigeren zu erhalten, ohne deshalb die Bogenzahl zu vermehren.

Im Vergleich mit der ersten Auflage ist die neuere Literatur vollständiger mitgetheilt, von der fast gar nichts, oder nur die französische, in dem sehr schätzbaren, gleichzeitig mit dem meinigen erschienenen, Werk von *Dumas* zu finden ist.

Sämmtliche Kupfertafeln sind, obschon ich die frühern hätte recht gut noch einmal benutzen können, in Linienmanier ausgeführt, von Neuem gestochen, um bessere, neuere Vorrichtungen aufnehmen, unzweckmäſsige oder neuerdings nicht mehr gebräuchliche weglassen, überhaupt jede vorgekommene zweckmäſsige Umgestaltung dem Werke aneignen zu können. Ueber die Salzsiederei waren in der frühern Auflage fast gar keine Abbildungen vorhanden, in dieser ist derselben eine Tafel ausschlieſslich gewidmet. Jede

Digitized by Google

Tafel wird den Nachweis liefern, daſs mein Streben dahin ging, wo möglich zweckmäſsiger und vollständiger das Werk auszustatten.

Druck und Papier, obgleich in der frühern Auflage keinesweges tadelnswerth, sind in jeder Hinsicht besser, und ich schmeichle mir des Beifalls aller Leser; ich habe keine Kosten, keine Mühe gescheut, die äuſsere Austattung mit dem Inhalt in Einklang zu bringen, ohne den Preis auf irgend eine Weise zu vermehren. Unbemerkt kann ich aber nicht lassen, daſs man bei einem Vergleich mit andern Werken, nicht übersehen wolle, wie kompreſs der Satz, wie viel Zeilen auf einem Bogen sich befinden, ohne das Auge zu belästigen.

Indem ich hiermit für die rege Theilnahme danke, die die erste Auflage im deutschen Vaterland, namentlich aber im Preuſsischen Staat gefunden hat, hoffe ich mit Zuversicht, daſs dieser zweiten, verbesserten und vermehrten, ein noch gröſserer Beifall werde geschenkt, und wünsche, daſs durch dieselbe eine gründliche Belehrung über technische Chemie und chemische Technologie unter die gewerbtreibende Klasse unsres gemeinsamen deutschen Vaterlands möge verbreitet werden.

Berlin, den 13. September 1834.

Schubarth.

Inhaltsverzeichniſs

der ersten Abtheilung des ersten Bands.

Einleitung in die Chemie. Seite

Allgemeine Vorbegriffe 1
Von dem chemischen Prozeſs insbesondere 4
Von dem chemischen Apparat und den chemischen Operationen 15
I. Apparate zur Zerkleinerung 15
II. " " mechanischen Absonderung starrer Körper aus Flüssigkeiten 16
III. " zum Flüssigmachen sowohl auf trocknem, als nassem Weg ... 19
IV. " " Abdampfen und Krystallisiren 22
V. " zur Destillation, Sublimation, Cämentation 27
VI. " " Entbindung und zum Auffangen von Gasen zu verschiedenen Versuchen mit denselben 32
VII. " zum Erhitzen chemischer Geräthschaften 43
VIII. Anderweitige Apparate etc. 52
IX. Angabe einiger Kitte und Beschläge 53

Anhang.

Tabelle über die preuſs. Längen-, Körpermaſse und Gewichte 55
Vergleichung der französ. und engl. Maſse und Gewichte mit den preuſsischen 57
Reduktionstabelle der *Baumé*'schen Aräometergrade auf das specifische Gewicht 60
Vergleichung der *Fahrenheit*schen Thermometerskala mit der *Celsius*- und *Réaumur*'schen 61

Specielle Chemie.

Einleitung 63
(Ueber organische und nichtorganische Körper, Säuren, Oxyde, Basen, Salze, Stöchiometrie).
Erster Theil. Von den nichtmetallischen Grundstoffen 73
Erstes Kapitel. Vom Sauerstoff 74
(Feuer, Flamme, Verbrennen, Zug, Feuerlöschen, Reduktion).
Zweites Kapitel. Vom Wasserstoff 93
(Wasser.)

Seite
Drittes Kapitel. Vom Kohlenstoff ... 108
(Holzkohlen, Kohlenoxyd, K.säure, K.wasserstoff, Gasbeleuchtung.)
Viertes Kapitel. Vom Schwefel ... 144
(Säuren des S., S.wasserstoff.)
Fünftes Kapitel. Vom Selen ... 174
Sechstes „ Vom Phosphor ... 176
(Säuren desselben, Phosphorwasserstoff.)
Siebentes Kapitel. Vom Chlor ... 183
(Säuren des Chlors, Salzsäure, Königswasser.)
Achtes Kapitel. Vom Jod ... 204
(Säuren des Jods.)
Neuntes Kapitel. Vom Brom ... 207
Zehntes „ Vom Stickstoff ... 208
(Atmosphärische Luft, Salpetersäure, Ammoniak, Cyan, Blausäure, Ammoniaksalze.)
Elftes Kapitel. Vom Bor ... 244
(Borsäure.)
Zwölftes Kapitel. Vom Kiesel ... 246
(Kieselerde und Kieselfossilien.)
Dreizehntes Kapitel. Vom Fluor ... 251
(Fluſssäure.)
Zweiter Theil. Von den Metallen.
Einleitung ... 254
(Allgem. Eigenschaften der Metalle.)
Ueber das Vorkommen, Aufbereiten und Zugutemachen der Erze ... 270
Erstes Kapitel. Vom Kalium ... 280
(Aetzlauge, Pottasche, Salpeter, Pulver.)
Zweites Kapitel. Vom Natrium ... 326
(Soda, Kochsalz, Glaubersalz, Borax, Glasfabrikation.)
Drittes Kapitel. Vom Lithion ... 384
Viertes „ „ Barytium ... 385
Fünftes „ „ Strontium ... 390
Sechstes „ „ Calcium ... 392
(Kalkbrennen, Mörtel, kohlens. Kalk, Lithographisches Verfahren, Gyps, Chlorkalk.)
Siebentes Kapitel. Vom Magnesium ... 432
(Bittersalz.)
Achtes Kapitel. Vom Yttrium, Thorium, Beryllium, Zirkonium ... 441
Neuntes „ „ Alumium ... 444
(Alaun, Thon, Steinzeug, Steingut, Fayence, Töpfergeschirr, Tiegel, Pfeifen, Porzellan etc.)

Vorerinnerungen.

So oft eine Temperaturbestimmung in diesem Buch, ohne besondere Bezeichnung der Skala, vorkommt, so ist die *Celsius*'sche zu verstehen.

Abkürzungen in den Titeln öfters angeführter Zeitschriften und Werke.

A. d. ch. Annales de chimie et de physique.
A. d. l'i. n. Annales de l'industrie nationale et étrangère.
A. d. l'i. fr. Annales de l'industrie française.
A. d. M. Annales de Mines, I., II., III. série.
B. d. l. s. d'E. Bulletin de la société d'Encouragement pour l'industrie nationale.
B. d. sc. t. Bulletin des sciences technologiques par *Férussac*.
Br. d'i. Description des Brevets d'invention etc. par *Christian*.
B. K. u. Gbl. Baiersches Kunst- und Gewerbblatt.
D. d. sc. n. Dictionnaire de sciences naturelles.
D. p. J. *Dingler's* polytechnisches Journal.
D. *t*. Dictionnaire technologique.
E. J. *Erdmann's* Journal für technische und ökonomische Chemie.
G. A. *Gilbert's* Annalen der Physik.
H. Z. siehe bei W. Z.
J. d. p. I. Jahrbücher des polytechnischen Instituts in Wien.
Ind. Industriel.
J. d. pr. Ch. Journal der praktischen Chemie.
K. A. *Kastner's* Archiv für die gesammte Naturlehre.
K. A. f. B. u. H. *Karsten's* Archiv für Berg- und Hüttenwesen.
K. A. f. M. *Karsten's* Archiv für Mineralogie, Geognosie etc.
P. A. *Poggendorf's* Annalen der Physik und Chemie.
P. ch. E. *Parkes's* chemical Essays, London 1823, sec. edition, 2 Vol.
R. i. Recueil industriel par *Moléon*.
R. o. p. Repertory of patent-inventions.
S. J. *Schweigger's* Journal der Chemie und Physik.
S. n. J. *Schweigger's* neues Journal der Chemie und Physik.
S. J. d. Ch. *Schweigger-Seidel's* Jahrbuch der Chemie und Physik.
U. D. *Ure's* Dictionnary of Chemistry, London 1823, sec. edition.
V. d. G. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleiſses in Preuſsen.
W. Z. oder H. Z. *Weber's* oder *Hartmann's* Zeitblatt für Gewerbtreibende.

Digitized by Google

Einleitung in die Chemie.

1. Allgemeine Vorbegriffe.

Die Chemie*) **ist eine auf Erfahrung gegründete Lehre von den Verwandtschaftserscheinungen der Naturkörper**, es ist die Lehre von den durch die Verwandtschaftskraft hervorgebrachten Naturerscheinungen. Gleich wie in der Physik von den Wirkungen der verschiednen mechanischen Naturkräfte gehandelt wird, so lehrt die Chemie die chemische Naturkraft kennen, die Affinität oder Verwandtschaft, *affinité, affinity*. Verwandtschaft nennnt man diejenige Naturkraft, vermöge welcher ungleichartige Körper sich in der Berührung anziehen, und ein gleichartiges Ganze bilden; chemische Mischung (Synthese). Findet in Folge einer chemischen Verbindung ungleichartiger Körper Trennung vorher verbunden gewesner Substanzen statt, so nennt man dann den Vorgang chemische Zerlegung (Analyse). So vereinigen sich z. B. Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser, Schwefel und Sauerstoff zu Schwefelsäure, welche Produkte von den beiden sie bildenden Stoffen wesentlich verschiedne Eigenschaften besitzen. Denn im Wasser sind weder die Eigenschaften des Sauerstoffs noch des Wasserstoffs wieder zu finden, beide haben sich so innig mit einander verbunden, daſs über alle sinnliche Anschauung hinaus die Theilchen beider ungleichartiger Körper sich gegenseitig unendlich genähert haben, und in diesem Zustand durch die ihnen inwohnende Verwandtschaftskraft beharren, wodurch es uns scheint als sei das Wasser ein vollkommen gleichartiger Körper.

*) Das Wort Chemie ist orientalischen Ursprungs, und bedeutet die ägyptische Kunst, die vermeintliche Kunst, unedle Metalle in edle verwandeln zu können, welche im zweiten Jahrhundert nach Christus in Alexandrien und Aegypten ihren Ursprung genommen.

Diejenigen Chemiker und Physiker, welche eine sogenannte chemische Durchdringlichkeit der Materie annehmen, erklären das Gleichartigsein (Homogeneität) eines aus ungleichartigen (heterogenen) Stoffen gebildeten zusammengesetzten Körpers aus der Eigenschaft aller Materie sich chemisch durchdringen zu können, wodurch die Verschiedenheit der Grundkräfte sich gegenseitig ausgleicht, welches zur Folge hat, daſs auch die Materie eine von der frühern abweichende Beschaffenheit zeigt.

Die chemische Anziehungskraft, die Verwandtschaft, zeichnet sich dadurch vor der mechanischen Cohäsions- oder Adhäsionskraft aus, daſs, indem durch die Cohäsionskraft nur gleichartige Körper sich in der Berührung anziehen und ein gleichartiges Ganze bilden, und vermöge der Adhäsionskraft sich zwar ungleichartige (und gleichartige) Körper anziehen, aneinander haften, aber kein gleichartiges Ganze bilden, durch die Kraft der Verwandtschaft ungleichartige Körper sich zu einem gleichartigen Ganzen verbinden. So sind z. B. die einzelnen Massentheilchen, welche ein Stück Glas bilden, alle Glas, sie halten durch gegenseitige Anziehung zusammen, das Ganze ist ein Aggregat vieler kleinster Glastheilchen, welche sowohl unter einander, als auch mit dem Ganzen völlig gleichartig sind. Betrachtet man ein mit Silber oder Gold plattirtes Geräth, so findet man sogleich, daſs es aus Kupferblech besteht, auf welchem ein äuſserst dünnes Blättchen Silber oder Gold aufliegt, mit dem Kupfer in genauester Berührung, aber deshalb nicht mit demselben zu einem gleichartigen Ganzen verbunden; eben so erblickt man im Granit, Gneiſs, Syenit, Porphyr verschiedne Gemenge ungleichartiger Fossilien, die mehr oder minder fein zertheilt in der Berührung sich anziehen, deshalb an einander haften, ein Ganzes, aber kein gleichartiges Ganzes, bilden.

Durch die Verwandtschaft werden aber nicht allein aus ungleichartigen Körpern gleichartige Verbindungen hervorgebracht, sondern auch aus gleichartigen zusammengesetzten Stoffen ungleichartige Körper, Bestandtheile, geschieden, (Prozeſs der chemischen Zerlegung). So kann man z. B. Wasser in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zerlegen, so auch Schwefelsäure in Schwefel und Sauerstoffgas. Die chemische Zerlegung unterscheidet sich von der mechanischen Theilung dadurch, daſs die Produkte der letztern gleichartige Körper, die Produkte der erstern aber ungleichartige Substanzen sind; denn wenn man Glas noch so fein zertheilt, pulvert, reibt, so bleibt das kleinste Körnchen immer noch Glas und ist gleicher Natur mit dem Ganzen; dagegen wenn das Glas einer chemischen Analyse unterworfen wird, erhält man Kieselerde und Kali, (oder Natron), als hauptsächlichste Bestandtheile, Körper, welche unter einander ungleichartig und vom Glas wesentlich verschieden sind.

Man unterscheidet **nähere** und **entferntere Bestandtheile**, insofern ein zusammengesetzter Körper bei der chemischen Zerlegung Bestandtheile liefert, die selbst wieder zusammengesetzt sind, und daher von Neuem in andere Bestandtheile zerlegt werden können. So besteht z. B.

Salpeter aus:

Salpetersäure	Kali
Stickstoff, Sauerstoff.	Kalium, Sauerstoff.

Hier sind die nähern Bestandtheile Salpetersäure und Kali, und die entferntern Stickstoff, Kalium und Sauerstoff. Es kommen auch Fälle vor, wo man sogar noch **entfernteste** Bestandtheile unterscheiden muſs; es besteht z. B.

Alaun aus:

schwefelsaurer Thonerde	schwefelsaurem Kali
Schwefelsäure, Thonerde	Schwefelsäure, Kali
Schwef. Sauerst. Alumium Sauerst.	Schwef. Sauerst. Kalium Sauerst.

Hier sind die nähern Bestandtheile: schwefels. Thonerde, schwefels. Kali; die entferntern: Schwefelsäure, Thonerde, Kali; die entferntesten: Schwefel, Alumium, Kalium, Sauerstoff.

Körper, welche nicht weiter zerlegbar sind, nennt man **einfache Stoffe**, **Grundstoffe**, chemische Elemente, ***corps simples, elementary bodies;*** man kann jedoch von ihnen nicht behaupten, sie seien absolut unzerlegbar, sondern nur daſs sie nach Maſsgabe unserer jetzigen Kenntnisse in der analytischen Chemie unzerlegbar sich beweisen, weshalb man von ihnen glaubt, sie seien einfache Stoffe, Grundstoffe; man kennt deren bis jetzt 54.

Es erscheint bei einem flüchtigen Blick auf die verschiednen Erscheinungen, welche die Verwandtschaft bedingt, widersprechend, daſs ein und dieselbe Naturkraft sowohl bildend, als auch zerstörend wirke. Jedoch, wenn man die Erscheinungen der chemischen Zersetzung genauer erwägt, so findet sich, daſs dieser Prozeſs nur die Folge einer vorangegangnen neuen Mischung ist. Wenn z. B. essigsaures Bleioxyd durch Schwefelsäure zersetzt wird, so ist die Abscheidung der Essigsäure vom Bleioxyd die Folge einer neuen Verbindung des letztern mit Schwefelsäure; ferner die Entbindung von Wasserstoffgas aus dem Wasser, welches mit Zink und Schwefelsäure in Berührung steht, eine Folge davon, daſs sich der Sauerstoff des Wassers mit Zink, und das entstandne Zinkoxyd mit Schwefelsäure verbindet.

Man unterscheidet **reine** und **angewandte** Chemie; insofern die Chemie als eine für sich bestehende Wissenschaft unter den einzelnen

Zweigen der Naturkunde eine Stelle behauptet, nennt man sie reine Chemie, angewandte dagegen, wenn man chemische Lehren auf Wissenschaften, Künste und Gewerbe anwendet. So zählt man unter letztere die technische Chemie, Anwendung chemischer Lehrsätze auf die verschiedenartigsten Gewerbe, welche mit chemischen Prozessen der Mischung und Zerlegung zu thun haben. Eben so wie zum Studium der angewandten Mathematik Kenntniſs der reinen Mathematik unumgänglich erforderlich ist, so ist auch, um technische Chemie zu studiren, nothwendig, eine Kenntniſs der wichtigsten Lehren der reinen Chemie zu besitzen. Es ist der Zweck dieses Lehrbuchs, die Elemente der reinen Chemie in stetem Zusammenhang mit der technischen Chemie vorzutragen.

Man theilt die Chemie ferner in eine allgemeine und besondere ein, erstere lehrt die Verwandtschaftskraft, die chemische Naturkraft kennen, ihr Verhalten zu andern Naturkräften, ihre Wirkungsart unter verschiednen Bedingungen, die Gesetze der Mischung und Zersetzung der Naturkörper; die besondere Chemie dagegen lehrt uns das Verhalten der einzelnen bekannten einfachen und zusammengesetzten Naturkörper gegen einander, ihre Verbindungen, Zersetzungen. Sie giebt auch ferner, um die Naturkörper, von denen es sich handelt, genauer kennen zu lehren, die physikalischen und physiologischen Eigenschaften derselben an, als Farbe, Geruch, Geschmack, Krystallform, specifisches Gewicht, Härte, Schmelz- und Verdampfungsfähigkeit, Lichtbrechungs-, Wärme- und Elektricitätsleitungsvermögen etc., Eigenschaften, welche durchaus keine chemischen sind, aber zur Vervollständigung des Bildes, welches von der Natur der einzelnen bekannten Materien in der Chemie entworfen wird, nothwendig.

Theoretische und praktische Chemie sind dadurch von einander verschieden, daſs erstere die chemischen Bereitungsarten der Naturkörper blos im Allgemeinen angiebt, letztere dagegen die vortheilhaftesten Bereitungen, die Handgriffe, das Detail des Verfahrens lehrt. Uebrigens lernt man ebenso wenig praktische Chemie aus Büchern, als man praktische Mechanik am Schreibtisch studiren kann. Ein Theil der praktischen Chemie ist die analytische Chemie, welche die Methoden lehrt, zusammengesetzte und einfache Stoffe zu erkennen, von einander zu scheiden und dem Gewicht nach zu bestimmen. Sie ist durch die Bemühungen der Chemiker in der neuesten Zeit bedeutend ausgebildet worden. — Stöchiometrie nennt man denjenigen Theil der allgemeinen Chemie, welcher von den Gesetzen der Mischung der Körper und den darauf sich gründenden Berechnungen handelt.

2. Von dem chemischen Prozeſs ins Besondere.

Alle Körper haben chemische Anziehung zu einander, und die Affinität gehört zu den der Materie zukommenden Kräften. Die Stärke der Verwandtschaft der Körper ist aber sehr verschieden, einige ziehen sich beträchtlich stark, andere dagegen nur schwach an, nicht selten scheint es sogar, als äuſserten gewisse Stoffe auf

Digitized by Google

einander gar keine chemische Anziehung, wenigstens ist sie unter den gewöhnlichen Umständen verschwindend.

Auf den durch die Verwandtschaft bedingten chemischen Prozeſs äuſsert die Wärme einen sehr groſsen Einfluſs. Es ist längst ein Erfahrungssatz, daſs jede chemische Mischung, oder Zersetzung, an eine bestimmte Temperatur innerhalb gewisser Grenzen gebunden ist, so daſs, wenn der nöthige Temperaturgrad nicht erreicht ist, oder überschritten wird, der Prozeſs entweder gar nicht eintritt, oder sehr unvollkommen verläuft, ja selbst ein entgegengesetztes Resultat erhalten wird, als welches bei einer bestimmten Temperatur erfolgt sein würde. Aus der Physik ist bekannt, daſs alle Körper Cohäsionskraft besitzen, vermöge welcher die gleichartigen Theilchen derselben sich anziehen, zusammenhalten, und ein gleichartiges Ganze bilden. So lange aber die mechanische Anziehung gleichartiger Theilchen beträchtlich stark ist, wie in den starren Körpern, so lange können sich die ungleichartigen Theilchen je zweier Körper nicht gegenseitig verbinden, sich nicht chemisch einigen. So bald aber die Cohäsionskraft der gleichartigen Theilchen starrer Körper so weit vermindert ist, daſs dieselben beweglich, verschiebbar geworden, so kann der chemische Prozeſs der Aufeinanderwirkung stattfinden. Deshalb sagten auch schon die ältern Chemiker „nur flüssige Körper wirken chemisch auf einander ein." Die Wärme bedingt nicht allein eine Vergröſserung des Raums, den die Körper einnehmen, lockert die Masse auf, und vermindert dadurch die Starrheit, sondern sie bedingt auch das Flüssigwerden, den Uebergang sowohl in den tropfbarals elastisch-flüssigen Zustand. Hieraus wird einleuchtend werden, weshalb, wenn chemische Mischungen oder Zerlegungen stattfinden sollen, eine bestimmte Temperatur der Körper, ein gewisser Grad der Auflockerung, der verminderten Cohäsion dazu erforderlich ist, ohne welchem, durch die gegenseitige starke Anziehung gleichartiger Theile, das Anziehen der ungleichartigen Massen sehr gehindert ist, oder selbst unmöglich gemacht werden kann.

So erfolgt z. B. bei 0° keine Gährung, keine Fäulung, wohl aber über 0°, so verbindet sich Schwefel, Kohlenstoff, Wasserstoff nicht mit dem Sauerstoff der Luft bei der mittlern Lufttemperatur, wohl aber, wenn man dieselben gehörig erwärmt. So nimmt das Quecksilber bei der mittlern Temperatur keinen Sauerstoff auf, aber allmälig bei 360° C., bei seinem Siedepunkt, und verwandelt sich in rothes Quecksilberoxyd, welches aber bei der Dunkelrothglühhitze sich wieder in Quecksilber und Sauerstoffgas trennt. So zersetzt sich das Kochsalz (Chlornatrium) und das Bittersalz (schwefelsaure Magnesia) bei Temperaturen über 0° nicht, wohl aber in concentrirten Salzsoolen, wenn die Auflösung beider

Digitized by Google

der Frostkälte ausgesetzt wird, es erzeugen sich schwefelsaures Natron und Chlormagnesium. Beispiele anderer Art, daſs die Wärme bedeutenden Einfluſs auf die chemischen Prozesse ausübt, lassen sich noch dadurch nachweisen, daſs, nach der gröſsern oder geringern Flüchtigkeit der Stoffe, die doch in nichts anderm, als einer verschieden starken Verwandtschaft zur Wärme besteht, die Resultate des chemischen Prozesses verschieden ausfallen. So zerlegt unter andern die Schwefelsäure auf nassem Weg die boraxsauren Salze, und scheidet die Boraxsäure aus, während die Boraxsäure umgekehrt auf trocknem Weg die Schwefelsäure aus ihren Salzen austreibt, indem erstere feuerbeständig ist, letztere aber flüchtig, und durch Aufnahme von Wärme in Dampf verwandelt wird und entweicht. (Unter trocknem und nassem Weg versteht man in der Chemie das Aufeinanderwirken der Körper theils durchs Erhitzen, theils mittelst Auflösungsmittel.) Auſserdem, daſs die Wärme einen ausgezeichnet groſsen Einfluſs ausübt, bedingt auch die verschiedne Auflöslichkeit der Stoffe manche Modifikationen.

Verbinden sich ungleichartige Körper mit einander, so findet entweder eine Neutralisation statt, oder nicht, das heiſst, es werden entweder die gegenseitigen chemischen Eigenschaften mehr oder minder vollkommen ausgeglichen, oder es findet ein solches Ausgleichen nicht statt. So oft eine Neutralisation eintritt, sind zur Hervorbringung derselben constante Mengenverhältnisse der sich verbindenden Stoffe erforderlich. Wenn man z. B. zu verdünnter Schwefelsäure, welche sauer schmeckt, und das blaue Lackmuspapier roth färbt, eine zur Neutralisation hinlängliche Menge Ammoniak hinzusetzt, welches einen scharfen, beiſsenden Geschmack hat, und geröthetes Lackmuspapier wieder blau färbt, so wird eine Verbindung beider erhalten, schwefelsaures Ammoniak, welches weder sauer, noch scharf und beiſsend schmeckt, sondern stechend, bitterlich-salzig, und weder die blauen Papierchen röthet, noch die gerötheten bläuet. So wie man zu viel Ammoniak hinzusetzt, so bläuet die Flüssigkeit die gerötheten Papiere, ein Zeichen, daſs dieselbe nicht neutral ist, sondern daſs auſser der bereits erzeugten neutralen Verbindung noch überschüssiges Ammoniak vorhanden ist; hätte man zu wenig Ammoniak hinzugesetzt, röthete die Flüssigkeit die blauen Papierchen, so ist auſser dem erzeugten neutralen Salz noch unvereinigte, nicht neutralisirte Säure vorhanden. (Ueber den Gebrauch der Reagenzien siehe die Einleitung in die specielle Chemie.) Es verbinden sich aber auch Körper ohne Neutralisation zu zeigen, so z. B. Wasser mit Essig, Wein, Schwefelsäure, Salz, Zucker beim Auflösen.

Wenn man feste, (flüssige) und luftförmige Körper in einer

Digitized by Google

Flüssigkeit auflöst, so findet eine Sättigung, ***Saturation,*** statt, das heiſst, es nimmt die letztere vom erstern nur eine bestimmte Menge auf, die jedoch relativ und durch gewisse, näher anzugebende, Verhältnisse bedingt wird; es giebt jedoch auch Fälle, wo beim Zusammenmischen von zweien Flüssigkeiten eine Sättigung nicht stattfindet, wo sich dieselben in jedem beliebigem Verhältniſs mit einander mengen lassen, wie z. B. Alkohol und Wasser, Schwefelsäure und Wasser u. a. m. Doch kann man auch hier meistens Spuren von Verbindungen in constanten Mischungsverhältnissen nachweisen.

Auf die Sättigung flüssiger Körper durch starre oder gasförmige haben folgende Verhältnisse Einfluſs: 1) die Temperatur, 2) die eigenthümliche Beschaffenheit der Substanzen, die Gröſse der Verwandtschaft derselben zur Flüssigkeit, 3) die Reinheit derselben. Je wärmer nämlich die Flüssigkeit ist, desto mehr löst sie in der Regel von starren Körpern auf, jedoch giebt es auch Fälle, wo die Auflöslichkeit der Materien sowohl bei 0° als auch bei 100° fast ganz gleich ist, wie z. B. beim Kochsalz, Gyps, und wo bei der Siedehitze selbst weniger sich auflöst, als bei der mittlern Temperatur der Luft, wie dies z. B. beim Kalk und der Magnesia der Fall ist. Gasförmige Körper werden aber in desto gröſserer Menge vom Wasser verschluckt, je kälter das letztere ist, weil nur dann das Gas in den tropfbar-flüssigen Zustand übergeht und mit dem Wasser sich verbindet, während dies durchs Erwärmen des Wassers nothwendig verhindert und unmöglich gemacht werden muſs.

Je gröſser die Verwandtschaft der starren Körper zum Wasser ist, desto weniger des letztern reicht hin, um sie völlig aufzulösen, daher auch hygroskopische Materien, welche den Wasserdampf der Luft anziehen, binden und dadurch zerflieſsen, sich am leichtesten, d. h. in der geringsten Menge Wasser, auflösen, wie z. B. salzsaurer Kalk, salzs. Magnesia, salpetersaurer Kalk, salpeters. Magnesia, Aetzkali u. a. m. — Die Gase, welche durch Druck, durch Verdichtung tropfbar werden, haben auch das gröſste Bestreben sich mit Wasser zu verbinden, wie z. B. Ammoniakgas, salzsaures Gas; Wasser verschluckt von ersterm bei 10° 670, von letzterm 480 Mal sein eignes Volum, vom Fluorborgas sogar 700 Raumtheile! Deshalb befördert auch vermehrte Dichtigkeit der Gase, durch künstlich ausgeübte Zusammendrückung derselben, die Absorption gar sehr.

Auf die Menge der starren und gasigen Substanzen, welche vom Wasser aufgenommen wird, hat auch die Reinheit des Wassers Einfluſs; es ist bekannt, daſs destillirtes Wasser unter gleichen Umständen relativ mehr aufnehmen kann, als Brunnenwas-

ser, welches schon mancherlei Stoffe aufgelöst enthält; auch hat die Vermehrung der Berührungspunkte zwischen der Flüssigkeit und dem aufzunehmenden Körper, es sei ein starrer, oder luftartiger, einen nicht unbeträchtlichen Einfluſs auf die Schnelligkeit der erfolgenden Verbindung, weshalb fleiſsiges Umrühren vortheilhaft wirkt; (vergleiche weiter unten beim kohlensauren Wasser.)

In so fern die Verwandtschaft ungleichartige Körper mit einander vereinigt, ohne Abscheidungen, Trennungen zu bedingen, nennt man dieselbe mischende Verwandtschaft, wenn aber chemische Bildungen mit Zersetzungen verknüpft sind, so wird der Vorgang ein Prozeſs der Wahlverwandtschaft genannt. Man unterscheidet dreierlei verschiedne Formen, Typen, unter welchen sich die Wahlverwandtschaft äuſsert, nämlich einfache, doppelte und prädisponirende Wahlverwandtschaft.

Wenn 3 Stoffe mit einander in chemische Wechselwirkung treten, und sich nicht alle 3 mit einander, ohne daſs einer oder der andere ausgeschieden wird, verbinden, sondern so, daſs eine aus 2 Stoffen a und b bestandne Verbindung a + b burch einen dritten c, welcher gröſsere Verwandtschaft zu a hat, als b zu a, getrennt wird, wodurch eine neue Verbindung a + c sich erzeugt und b ausgeschieden wird, so nennt man den Vorgang den Prozeſs der einfachen Wahlverwandtschaft; der neu gebildete Körper a + c heiſst das Produkt, und der Abgeschiedne b das Edukt.

$$a + c \left\{ \begin{matrix} a + b \\ c \end{matrix} \right\} b$$

Wenn man auf kohlensaures Kali Schwefelsäure gieſst, so entsteht als Produkt schwefelsaures Kali, und kohlensaures Gas entweicht als Edukt. Essigsaures Bleioxyd und Schwefelsäure giebt schwefelsaures Bleioxyd und Essigsäure.

Treten 4 Stoffe in Wechselwirkung, von denen je 2 und 2 bereits mit einander verbunden sind, a + b und c + d, und verbinden sie sich nicht unmittelbar zu einem Ganzen, sondern so, daſs sich a mit c und b mit d vereint, so entstehen zwei Produkte, kein Edukt; diesen Vorgang nennt man den Prozeſs der doppelten Wahlverwandtschaft. Beispiele. Schüttet man zu einer Auflösung von salpetersauren Baryt schwefelsaures Natron, so bilden sich schwefelsaurer Baryt und salpetersaures Natron; aus schwefelsaurem Kupferoxyd und kohlensaurem Natron entstehen kohlensaures Kupferoxyd und schwefelsaures Natron.

$$a + c \left\{ \begin{matrix} a + b \\ c + d \end{matrix} \right\} b + d$$

Wenn sich zwei neutrale Salze zerlegen, so werden meistens auch zwei neutrale Salze gebildet, aber nicht stets; Ausnahmen machen u. a. kohlensaures Zink-, Kupferoxyd, Magnesia, welche, aus zwei neutralen Salzen erzeugt, z. B. aus schwefelsaurer Magnesia, Kupfer- und Zinkoxyd und kohlensaurem Kali oder Natron, dennoch basisch sind. — Der

Erfolg der doppelten Wahlverwandtschaft ist nicht selten unter ähnlichen Umständen bei denselben Stoffen ein anderer, als der der einfachen. Wenn man z. B. schwefelsauren Baryt mittelst Kali zerlegen wollte, so würde dies nicht erfolgen, weil die Verwandtschaft des Baryts zur Schwefelsäure gröſser, als die des Kalis zur Schwefelsäure. Wenn man aber schwefelsauren Baryt mit kohlensaurem Kali schmelzt, oder kocht, so ist die Verwandtschaft der Schwefelsäure gegen das Kali + der Verwandtschaft des Baryts zur Kohlensäure gröſser, als die Verwandtschaft des Kalis gegen die Kohlensäure + der Verwandtschaft des Baryts zur Schwefelsäure, also erfolgt die Zersetzung, die durch Kali nicht erfolgte.

Die **prädisponirende**, vermittelnde, bedingende Verwandtschaft findet dann statt, wenn ein Körper einen aus 2 Bestandtheilen bestehenden nur unter Vermittlung eines vierten zerlegt, der sich mit dem Produkt der Zersetzung verbindet, während ein Edukt frei wird. Es sei z. B. a + b ein zu zerlegender Stoff, c kann sich mit a verbinden und b entbinden, aber nur dann, wenn e, welches zur Verbindung von a + c Verwandtschaft hat und sich mit derselben verbinden möchte, mit einwirkt. e vermittelt also die Verbindung von a + c, es bestimmt c die Verbindung von a + b zu zersetzen.

$$(a + c) + d \left\{ \begin{matrix} a + b \\ c \\ d \end{matrix} \right\} b$$

Beispiel. Zink zerlegt das Wasser, welches aus Sauer- und Wasserstoff besteht nur dann, wenn eine (Sauerstoff) Säure zugesetzt wird, welche sich mit dem sich bildenden Zinkoxyd (Zink + Sauerstoff) vereinigt. Weil nun die Säure vorhanden, diese zum Zinkoxyd Verwandtschaft hat, so zerlegt Zink das Wasser, Wasserstoffgas wird frei, Zinkoxyd gebildet, welches sich mit der Säure zu einem Salz verbindet. (Methode Wasserstoffgas zu entwickeln.)

Phosphor zerlegt die Kohlensäure nur dann, wenn eine Base (Natron, Kali) vorhanden ist; denn da die sich bilden sollende Phosphorsäure eine gröſsere Verwandtschaft zur Base hat, als die mit derselben verbundne Kohlensäure, so wird, da eine Base vorhanden ist, der Phosphor sich des Sauerstoffs der Kohlensäure bemächtigen und den Kohlenstoff abscheiden. (Methode Kohlenstoff zu gewinnen.) Eben so wirken Bor, Kiesel, Zirconium unter gleichen Umständen auf die Kohlensäure zersetzend ein.

Wenn sich zwei ungleichartige Körper mit einander verbinden, zeigt sich nicht selten **Feuer**, d. h. es wird Licht und Wärme entbunden; diese Erscheinung tritt um so stärker hervor, je bedeutender die gegenseitige Verwandtschaft der sich verbindenden Körper ist, je mehr die Umstände solcher Verbindung günstig sind. Die Erklärung der Feuererscheinung ist von jeher den Chemikern eine Aufgabe von Wichtigkeit gewesen, weshalb auch vielfältige Hypothesen aufgestellt worden sind.

Stahl nahm in allen brennbaren Körpern einen eignen Brennstoff an, **Phlogiston**, welcher beim Verbrennen entweichen und als Feuer auftreten sollte, während der Körper in einem ganz veränderten Zustand zurückbliebe; *Lavoisier* zeigte aber, daſs gerade umgekehrt die Feuererscheinung eintritt, indem sich ein brennbarer Körper mit dem Sauerstoff der Luft vereinigt, daſs also im Moment der Verbindung beider Feuer ausbricht, und der dadurch erzeugte Stoff aus beiden bestehe. Woher aber Feuer, oder Licht und Wärme? Er glaubte, daſs, wenn sich z. B. Wasser- und Sauerstoff mit einander zu Wasser verbinden, wobei eine unglaubliche Hitze erzeugt, während eine wenig leuchtende Flamme gesehen wird, diese Wärmeentwickelung sich aus der verminderten Wärmecapacität des Produkts der Verbindung, also des Wasserdampfs, im Vergleich mit den Wärmecapacitäten der beiden Bestandtheile des Wassers erklären lasse. Eine gleiche Erklärung glaubte er fürs Verbrennen des Kohlenstoffs aufstellen zu dürfen, er meinte, das Produkt der Verbindung desselben mit dem Sauerstoff, die Kohlensäure, habe eine geringere Wärmecapacität als die beiden Faktoren.

So lange nun nicht durch direkte Untersuchungen über die relativen Wärmecapacitäten der Naturkörper das Gegentheil erwiesen war, konnte *Lavoisier*'s Hypothese angenommen werden. Als aber die französischen Physiker *De Laroche* und *Bérard* durch genaue Versuche bewiesen, daſs die Wärmecapacität des Wasserdampfs gröſser sei, als die der Bestandtheile, so konnte man nicht mehr obigen Erklärungsgrund gelten lassen. Dieselben haben nämlich dargethan, daſs, wenn die Wärmecapacität der atmosphärischen Luft 1,000 ist, die eines gleichen Volums Wasserdampf 1,960, eines gleichen Volums Sauerstoffgases 0,9765, und des Wasserstoffgases 0,9033 ist; nun besteht das Wasser aus 1 Volum Sauerstoffgas, dessen Wärmecapacität = 0,9765 und aus 2 Volum Wasserstoffgas,
deren Wärmecapacität = 1,8066,
Summe der Wärmecapacitäten 2,7831. Da aber bei gleicher Temperatur das Volum des entstandnen Wasserdampfs gleich dem des Wasserstoffgases ist, so wäre die Wärmecapacität des Wasserdampfs $= \frac{2,7831}{2}$ = 1,39155. Nun ist aber nach den angestellten Versuchen die Wärmecapacität des Wasserdampfs 1,960, also muſs derselbe, wenn er aus den Bestandtheilen erzeugt wird, noch von Auſsen Wärme aufnehmen und binden, wogegen aber gerade erweislich ist, daſs im Moment der gegenseitigen Vereinigung beider Substanzen die gröſste Hitze hervorgebracht wird, die hervorzubringen ist, durch welche selbst Platina geschmolzen werden kann.

Weil bei der Vereinigung ungleichartiger Elektricitäten Entwickelung von Licht und Wärme stattfindet, Feuer gesehen wird, wie theils beim Entladen elektrischer Batterien, theils und besonders bei den Glühungserscheinungen, welche die *Volta*sche Elektricität bedingt, in schönster Pracht geschieht, so glaubte man die bei chemischen Verbindungen ungleichartiger Körper oft statthabende Feuererscheinung aus der Ausgleichung des entgegengesetzt

elektrischen Zustands der sich einigenden Körper erklären zu können, zumal da *Becquerel* und andere bewiesen haben, daſs bei chemischen Verbindungen elektrische Strömungen nachweisbar sind. Man schreibt die Anziehung der sich mit einander verbindenden heterogenen Körper entgegengesetzt elektrischen Zuständen zu, welche sich auch schon durch die Zersetzungen zu erkennen geben, die die *Volta*sche Säule in zusammengesetzten Stoffen bedingt, indem ein Bestandtheil nach dem + Pol, und der andere nach dem — Pol hingezogen wird. Gleich wie aber durch die Verwandtschaft ungleichartige Bestandtheile aus zusammengesetzten Körpern geschieden, aber auch wieder mit einander vereinigt werden, so werden auch durch den elektrischen Strom heterogene Stoffe zu homogenen Ganzen verbunden, wie z. B. Sauer- und Wasserstoffgas zu Wasser, Chlor- und Wasserstoffgas zu salzsaurem Gas. Man glaubt deshalb annehmen zu dürfen, daſs alle chemische Anziehung elektrischer Natur sei, durch eine elektrische Unipolarität hervorgebracht, d. h. dadurch, daſs gewisse Stoffe sich immer vorzugsweise + elektrisch, andere — elektr. zu einander verhalten.

Nach dieser Ansicht glaubt man auch die Feuererscheinung beim Glühen von Chromoxydul, Zirkonerde erklären zu können, man hält sie für rein elektrischer Natur, denn eine nachweisbare chemische Umänderung ist nicht erfolgt, sie haben aber ihre Verwandtschaft zu Säuren, ihre elektr. Polarität verloren, welches auch ohne die Feuererscheinung durchs Glühen eintreten kann, wie bei Eisenoxyd, Thonerde. — Durch obiges Erklärungsprincip ist jedoch die Sache noch keineswegs vollständig erklärt, denn erstlich ist noch nicht genügend bewiesen, woher die Feuererscheinung bei den Zersetzungen von Chlor-, Jodstickstoff, Chloroxydgas, Wasserstoffüberoxyd, zweitens wie es zugeht, daſs die heterogenen Körper, nachdem ihre entgegengesetzten Elektricitäten sich neutralisirt haben, noch so innig verbunden bleiben, indem doch die Ursachen ihrer Anziehung nicht mehr wirken, u. a. m.

Nach der Hypothese, daſs allen Naturkörpern eine elektrische Polarität zukomme, und daſs sich dieselbe bei den chemischen Erscheinungen wirksam beweise, hat *Berzelius* die chemisch einfachen Stoffe in eine Reihenfolge gebracht, wie *Volta* die Elektromotore ordnete. Es lassen sich nämlich elektropositive und elektronegative Elemente unterscheiden, so wie dieselben auch durch gegenseitige Vereinigung wieder theils + elektr. theils — elektr. Verbindungen erzeugen.

Eine solche ungefähre Reihe ist folgende:

— elektrisch	Jod
Sauerstoff	Fluor
Schwefel	Phosphor
Stickstoff	Selen
Chlor	Arsenik
Brom	Chrom

Molybdän
Wolfram
Vanadium
Bor
Kohlenstoff
Spieſsglanz
Tellur
Tantal
Titan
Kiesel
Osmium
Wasserstoff
Gold
Iridium
Rhodium
Platin
Palladium
Quecksilber
Silber
Kupfer
Uran
Wismuth
Zinn
Blei
Cerer
Kobalt
Nickel
Eisen
Kadmium
Zink
Mangan
Zirkonium
Thorium
Alumium
Yttrium
Beryllium
Magnesium
Calcium
Strontium
Barytium
Lithium
Natrium
Kalium
+ elektrisch.

Aus dieser Tabelle geht hervor, gleich wie aus der Reihenfolge der Elektromotore, daſs Sauerstoff und Kalium, die beiden Endglieder obiger Tabelle, sich am stärksten, näher einander stehende dagegen sich weniger kräftig anziehen. So verhält sich zu allen Elementen Sauerstoff — el., Kalium + el.; der Sauerstoff, Schwefel, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Phosphor, Selen zu allen Metallen, zum Kohlen- und Wasserstoff — el., letztere zu erstern + el.; Arsenik, Spieſsglanz, Tellur zu allen Metallen vom Gold an — el., letztere zu erstern + el. So verhalten sich die Verbindungen der am untern Ende stehenden Metalle mit Sauerstoff, Schwefel, Chlor, Jod, Brom, Fluor + el. zu den Verbindungen der — el. Metalle mit obigen nichtmetallischen Stoffen, z. B. Schwefelkalium +, Schwefelarsenik —; Natriumoxyd +, Schwefelsäure —; Chlorbarytium +, Chlorquecksilber — u. a. m. So bilden die am negativen Ende stehenden Elemente — el. Säuren, die am positiven Ende stehenden dagegen + el. Basen.

Sehr vieles spricht für diese geniale Betrachtung chemischer Verbindungen, sie ist in vielen Fällen mit günstigem Erfolg anwendbar, wenn gleich aber auch noch mehreres nicht genüglich aus dieser Hypothese erklärt werden kann. Siehe *Berzelius* Lehrbuch der Chemie Bd. III.

In der neuesten Zeit hat *Prechtl* *) die elektrische Erklärungsweise der Feuererscheinung beim Verbrennen als wenigstens nicht nothwendig darzuthun gesucht, indem aus den absoluten Wärmemengen des Sauerstoffs und des Wasserdampfs folge, daſs beim Verbrennen des Wasserstoffgases eine sehr groſse Hitze frei werden müsse. Wird nämlich

*) J. d. p. I. Bd. 14. S. 144.

atmosphärische Luft schnell auf $\frac{1}{5}$ ihres Raums zusammengedrückt, so wird eine Temperatur von 290° frei, während Wasserdampf bei 1700facher Zusammendrückung eine Wärme von 540° entwickelt. Es verhält sich aber Sauerstoffgas, rücksichtlich seiner Wärmemenge, zum mindesten gleich der atmosphärischen Luft. Die absoluten Wärmemengen beider Körper müssen sich aber direkt proportional den Temperaturen beim gleich starken Zusammendrücken verhalten. Es sind aber die Temperaturerhöhungen $= \frac{290}{5} : \frac{540}{1700} = 180 : 1$. Die beim Verbrennen des Wasserstoffgases im Sauerstoffgas durch Verdichtung bei der chemischen Verbindung entwickelte Wärme wird also nur zu $\frac{1}{180}$ vom erzeugten Wasserdampf verschluckt. — Nach *Prechtl* enthalten 288,5 Kubikzoll Wasserdampf gleiche Wärmemenge als 473 Kubikzoll kohlensaures Gas; es werden beim Verbrennen von 2 Raumtheilen Wasserstoff- und 1 Raumtheil Sauerstoffgas 2 Raumtheile Wasserdampf gebildet, also entsprechen $\frac{473 \times 2}{288,5} = 3,28$ Kubikzoll kohlensaures Gas 2 Kubikzoll Wasserdampf für gleiche Wärmemengen. Da nun aus 1 Raumtheil Sauerstoffgas 1 Raumtheil kohlensaures Gas wird, so enthalten 3,28 Kubikzoll kohlensaures Gas gleichfalls nur $\frac{1}{180}$ der aus 1 Kubikzoll Sauerstoffgas entbundnen Wärme; die in 1 Raumtheil kohlensauren Gas sich befindende gebundne Wärme beträgt also nur $\frac{1}{180 \times 3,28} = \frac{1}{600}$ derjenigen, welche bei der Verdichtung des Sauerstoffgases beim Verbrennen des Kohlenstoffs frei wird.

Hierdurch wäre die ältere *Lavoisier*sche Theorie, nur mit Umgestaltung des Wortes Wärmecapacität in absolute Wärmemenge vindicirt.

Wenn sich ungleichartige Körper auf nassem Weg mit einander verbinden, mit und ohne Abscheidung eines Edukts, also sowohl durch blos mischende Verwandtschaft, als auch durch einfache, doppelte und prädisponirende Wahlverwandtschaft, so zeigt sich entweder a) gar keine sinnlich wahrnehmbare Veränderung, oder b) es scheidet sich ein Stoff entweder in starrem, flüssigem, oder luftförmigem Zustand aus.

Zu a) Wenn das Produkt und Edukt in der vorhandnen Flüssigkeit aufgelöst bleiben kann, so wird keine Ausscheidung eintreten. Wenn man z. B. schwefelsaures Natron in 12 Theilen Wasser auflöst und eine verdünnte Kaliauflösung zusetzt, so bildet sich schwefelsaures Kali und Natron wird als Edukt frei, beide, sowohl das schwefelsaure Kali, als auch das Natron, sind in der vorhandnen Wassermenge löslich, daher findet kein Abscheiden statt. Hätte man aber das schwefels. Natron in 3 Theilen Wasser gelöst, die Kaliauflösung concentrirt angewendet, so müſste sich schwefelsaures Kali, da dieses 15 Theile Wasser von der mittlern Temperatur der Luft zur Auflösung bedarf, zum groſsen Theil ausscheiden, es würde sich aber sogleich wieder auflösen, wenn Wasser hinzugebracht wird.

Zu b) Sind das Produkt, oder Edukt, oder beide zugleich, starre Körper, in Wasser entweder ganz unlöslich, oder doch (sehr) schwer löslich, so muſs nothwendig ein Ausscheiden in Form eines Pulvers, Flocken etc. statt finden. Je nachdem nun das specifische Gewicht des starren Körpers gröſser, oder gleich, oder kleiner ist als das der Flüssigkeit, so scheidet sich der unlösliche Körper entweder am Boden des Gefäſses ab, oder bleibt schweben (in Suspension), oder steigt auf die Oberfläche der Flüssigkeit und schwimmt.

α) Ist er specifisch dichter als die Flüssigkeit, so sinkt er mit dem Ueberschuſs seines specif. Gewichts gegen das der Flüssigkeit nieder, und zwar desto schneller, je gröſser diese Differenz ist. Diese Erscheinung nennt man eine F ä l l u n g, Niederschlagung, Präcipitation, und der sich absetzende Stoff heiſst ein N i e d e r s c h l a g, Präcipitat. Aus der Physik ist bekannt, daſs ein starrer Körper, der sehr fein zertheilt, selbst wenn er bedeutend schwerer als eine Flüssigkeit ist, sich nur sehr langsam in derselben niedersenkt, weil die Massentheile so sehr klein sind, und deshalb ihr Moment zu gering ist. Daher kommt es denn auch, daſs bei dem Niederschlagen verschiedner Stoffe es oft so sehr lange dauert, ehe sie sich vollständig absetzen, wie z. B. beim sauerkleesauren Kalk, Titansäure. Hier hilft man sich theils durchs Erhitzen der Flüssigkeit, wodurch sie leichter, die schwebenden Theilchen dadurch relativ schwerer werden, oder man verdünnt dieselbe, wenn sie zu dicht sein sollte, z. B. eine salzige Auflösung, mit Wasser.

β) Bleibt ein ausgeschiedner Körper schweben, so kann man ihn nicht durchs Filtriren von der Flüssigkeit abscheiden, denn die letztere geht trüb durch die dichtesten Filtra; hier muſs man das unter α angegebne Verfahren auch anwenden.

γ) Ist der unlösliche Körper leichter als die Flüssigkeit, so schwimmt er, z. B. wenn man gewöhnliche Seife in warmem Wasser auflöst und mit Salzsäure zersetzt, so bildet sich aus dem Natron derselben und der Säure, salzsaures Natron, (Chlornatrium und Wasser), welches aufgelöst bleibt, und Talg-, Margarin- und Oelsäure werden frei, welche, unlöslich in Wasser, leichter als dieses sind, also auf demselben schwimmen.

Nicht selten ist ein Edukt flüssiger Natur, dann treten dieselben Fälle ein, die eben erörtert wurden; meistens verbindet sich der ausgeschiedne flüssige Körper mit der Flüssigkeit der Auflösung. Beispiel: wenn essigsaures Bleioxyd durch Schwefelsäure zerlegt wird, so verbindet sich die ausgetriebne Essigsäure mit dem Wasser der Auflösung.

Ist das Produkt, oder Edukt, ein Gas, so entweicht es ent-

Digitized by Google

weder allmälig, oder plötzlich; im ersten Fall geschieht es unter Brausen, Zischen, **Effervescenz**, wie wenn kohlensaures Gas aus kohlensauren Salzen durch Schwefelsäure ausgetrieben wird; im letztern mit einem Knall, **Detonation**, z. B. wenn sich Chlorstickstoff, Chloroxydgas, Jodstickstoff u. a. m. zersetzen. Wenn nämlich die gasförmigen Edukte oder Produkte sich augenblicklich erzeugen, oder trennen, so nehmen sie oft einen viele Hundert mal gröſsern Raum ein, als sie in ihrer frühern Verbindung im tropfbaren oder starren Zustand hatten, drängen daher die Luft von der Stelle und bedingen dadurch den Knall.

Die bisher erörterten Erscheinungen finden bei chemischen Prozessen auf nassem Weg statt; die bei Mischungs- und Zersetzungsprozessen auf trocknem Weg sich zeigenden sind meistens jenen sehr ähnlich. Auch hier lagern sich die erzeugten neuen Gebilde und die ausgeschiednen Stoffe schichtenweis nach ihrer relativen Dichtheit übereinander ab, was man z. B. bei den Schlacken und dem geschmolznen Metall, den verschiednen Schwefelmetallen in den bei hüttenmännischen Prozessen fallenden Steinen deutlich nachweisen kann, so auch bei den Legirungen, bei der Scheidung des güldischen Silbers durch den Guſs, (mittelst Schwefelspieſsglanz) wobei eine Verbindung von Gold mit Spieſsglanz unten im Tiegel und darüber das geschwefelte Silber sich befindet. Detonationen auf trocknem Weg sind gerade die häufigsten.

3. Von dem chemischen Apparat und Operationen.

Es wird in voraus bemerkt, daſs nur von denjenigen chemischen Apparaten und mechanischen Vorrichtungen die Rede sein wird, welche zu den gewöhnlichsten, am meisten gebrauchten, unentbehrlichen gehören, nicht von seltnern, oder veralteten, die nur noch geschichtlichen Werth haben; die mehrsten derselben sind auf Tafel I. und II. abgebidet.

I. Apparate zur Zerkleinerung der Naturkörper.

1) **Mörser** von Guſseisen mit guſseiserner Keule; von Messing, von Stahl, letztere um harte Körper zu zerdrücken und fein zu reiben.

2) **Reibschalen** mit Pistill aus Serpentin (werden in Zöblitz bei Marienberg, im sächsischen Erzgebirge, gefertigt), sind für viele Materien zu weich; aus Glas, Porzellan und zwar mit und ohne Tüllen, aus Feuerstein und Achat, (letztere werden zu Oberstein am Rhein, im Fürstenthum Birkenfeld des Groſsherzogthums Oldenburg geschliffen).

3) **Präparirsteine**, *Porphyres*, Platten von Porphyr mit **Läufern**, *molette*, aus Eisenkiesel, zum Feinreiben von Pulvern.

4) Schneidemesser, einarmige Hebel, nach Art der Futterklingen, zum Zerschneiden von Rinden, Wurzeln; Wiegemesser, Stampfen; Hölzer werden auf eignen Schneidemühlen geschnitten, gespähnelt.

5) Um Metalle zu zerkleinern dient Hammer und Ambos, oder ein Walzwerk, um dünnes Blech zu gewinnen, welches zerschnitten wird; oder man wendet Drehspähne, Feilspähne an, von deren Reinheit man überzeugt sein muſs.

6) Man gebraucht verschiedne Arten Siebe, um die gröbern von den feinern Theilen zu scheiden; sie sind von gröbern, und feinern Gewebe, Eisen-, Messingdraht-, die Maschen gröſser und kleiner, Haar-, Seidensiebe. Häufig setzt man Siebdeckel auf, um das Verstäuben zu verhüten.

7) Feilen verschiedner Form, dreikantige, runde, breite. Man richtet die Pfropfen für die Gasentbindungsgeräthe mittelst runder Feilen (Rattenschwänze) ein, indem man mittelst eines glühenden, spitzen Eisendrahts ein Loch durchbrennt, und mit erstern erweitert; mit einer scharfen, dreikantigen oder flachen Feile macht man einen Einschnitt in Glasröhren, Stäbe, Kolben etc. um sie abbrechen zu können.

8) Sprengeisen, eiserne Ringe verschiedner Weite an Stielen; man macht sie glühend, und umfährt mit ihnen die Stelle einer Retorte, eines Kolbens, wo man absprengen will. Das Glas wird nämlich an dieser Stelle sehr heiſs, und springt ab, so wie es schnell abkühlt. Auch bedient man sich zu solchem Zweck der Sprengkohle, eines aus Räucherkerzenmasse gefertigten kleinen Stängelchens, mit welchem man glühend die Stellen des Glasgefäſses, welche getrennt werden sollen, überfährt.

II. Apparate zur mechanischen Absonderung starrer Körper aus Flüssigkeiten.

1) Kreutzhölzer, Tenakel, *chassis en bois*, und Seihetücher, *filtre en toile*. Erstere sind aus 4 über Kreutz in einander gefügten hölzernen Leisten gefertigt; zur Befestigung der Seihetücher sind 4 Nägel an den Verbindungsstellen so durchgeschlagen, daſs an den hervorstehenden Stiften die leinenen oder wollenen Tücher angespannt werden können. Man legt diese Vorrichtung auf Schüsseln von Steinzeug, Porzellan etc., um in denselben das Hindurchlaufende auffangen zu können. Man bedient sich solcher Vorrichtung, um Abkochungen, Aufgüsse von Pflanzen- oder Thierstoffen durchzuseihen, coliren, wobei die gröbern Theile auf dem Seihetuch zurückbleiben, die Flüssigkeit aber mit den feinern beigemengten Theilen durchläuft. Belegt man das Seihetuch mit Filtrir-

trirpapier, so dient die Vorrichtung dann um gröſsere Massen zu filtriren. Die Seihetücher sind aus gröberer, gebleichter Leinwand, auch von Flanell. — Spitzbeutel, Beutel aus Leinwand von konischer Gestalt, werden an Tenakel befestigt, und in einem Gestell mit 3 Füſsen aufgehangen.

2) Filtra, Trichter, Filtrirgestelle. Soll eine Flüssigkeit von einem Niederschlag, oder von ihr beigemengten fremdartigen Theilchen, getrennt werden, welches nicht allein durch vorsichtiges Abgieſsen, Dekantiren, geschehen kann und soll, so geschieht es durchs Filtriren. Hiezu hat man Glastrichter, *entonnoir*, *funnel*, von der auf Tafel I. Fig. 24. abgebildeten Form; sie werden in das Loch eines Trägers gesteckt, welcher durchs Herauf- und Herabstellen eines schiebbaren Arms an einem lothrechten Stab in die nöthige Lage versetzt werden kann. Statt des abgebildeten Filtrirgestells kann man auch den Ringapparat eines Lampenofens gebrauchen. In den Trichter bringt man ein aus ungeleimtem Druckpapier gefertigtes, nach der Gröſse des Trichters geschnittnes Filtrum, welches aber vom Rand des letztern stets einige Linien abstehen, also kleiner sein muſs, als der Trichter. Will man das Filtriren beginnen, so muſs erst das Filtrum mit Wasser benetzt werden, damit es überall gleich feucht werde, und an die Trichterwand sich anlege, sonst zerreiſst es leicht beim Filtriren. Man stellt Bechergläser, oder andere Gläser unter, jedoch so, daſs die Röhre des Trichters die Wand des Glases berührt, damit die Flüssigkeit längs derselben herabrinne und nicht abtropfe, und dadurch verspritzt werde. Bechergläser sind sehr bequem, weil wegen des gebognen Randes Flüssigkeiten sich gut ausgieſsen lassen; man nennt sie auch Filtrirgläser. Will man ausgieſsen und nichts verlieren, so bestreicht man den Rand an einer Stelle mit ein wenig Talg, und gieſst so, daſs an einem herangehaltnen Glasstab die Flüssigkeit herablaufen kann.

Ist alles durchfiltrirt, so wäscht man den gewonnenen Niederschlag mit Wasser aus; dies geschieht mittelst einer Spritzflasche, zu welchem Zweck man jede Glasflasche einrichten kann. Man steckt in den Kork luftdicht ein Glasröhrchen, welches in eine Capillarröhre ausgezogen, bläſst Luft durch die feine Mündung in die mit Wasser zu $\frac{3}{4}$ gefüllte Flasche, und hält dann dieselbe umgekehrt, so drückt die verdichtete Luft das Wasser in einem Strahl heraus, welcher den auf dem Filtrum ausgebreiteten Niederschlag vollständig aussüſst, edulcorirt. Man fährt so lange fort, bis das Absüſswasser nichts Fremdartiges mehr enthält, was man durch den Geschmack und durchs Verdampfen eines Tropfens prüft.

Um das Aussüſsen, welches oft viel Zeit raubt, zu erleichtern, dient eine kleine Vorrichtung, mittelst welcher das Zuflieſsen von

destillirtem Wasser aus einer Flasche stetig unterhalten wird; sie ist auf Taf. I. Fig. 25. abgebildet. Es wird nämlich durch den Kork der Wasserflasche ein gekrümmtes Glasröhrchen gesteckt, dessen aufwärts gebogner Schenkel dazu dient, Luft in die Flasche zu führen, sobald ein gewisses Wasserquantum durch die untere enge Mündung ausgeflossen ist, und sich dadurch die Luft in der Flasche verdünnt hat. Die Weite der Luftröhre, da wo sie in die Ausfluſsröhre einmündet, ist so groſs, daſs ihre Capillarwirkung das Eindringen der Luft nur dann gestattet, wenn der Wasserstand im Trichter etwas höher ist, als die Mündung der Ausfluſsröhre; hierdurch wird stets ein gleicher Wasserstand im Trichter erhalten. (Fig. 26. eine solche Röhre im vergröſserten Maſsstab.)

Für gröſsere zu filtrirende Quantitäten hat man Trichter aus Porzellan, Gesundheitsgeschirr, welche konisch geformt, mit vielen Löchern in der untern spitzen Hälfte versehen sind; man setzt sie auf Glascylinder, mit und ohne Filtrirbrettchen; letztere sind viereckig, mit konischen Oeffnungen versehen, durch welche man den Trichter steckt.

3) Um bei gröſsern Massen, welche durch Präcipitation erhalten werden, das sehr beschwerliche Abfiltriren zu ersparen, dienen die Präcipitirtöpfe, Dekantirgeschirre, hohe Töpfe aus Steinzeug, Sanitätsgut, mit mehrern, in der Gefäſswandung angebrachten Oeffnungen, die mit Korken verschlossen werden. Hat sich in solchen Geschirren das Präcipitat abgelagert, so öffnet man die dem Flüssigkeitsspiegel zunächst liegende Oeffnung, und läſst die Flüssigkeit ablaufen, welches einigemal wiederholt werden kann, indem man immer weiter herunter die Pfropfen auszieht. Man spühlt dann mit Wasser den Niederschlag ab, rührt ihn auf, und läſst ihn wieder von Neuem sich absetzen, und so weiter.

4) Scheidetrichter, *entonnoir séparateur, separatory funnel,* dienen um eine leichtere Flüssigkeit von schwerern zu scheiden, z. B. ätherische Oele von Wasser; es sind trichterartige Gefäſse, oben mit einem Pfropfen zu verschlieſsen, unten mit einem quer durchgehenden, nach Art eines Hahns durchbohrten, Glaspfropfen versehen. Man bringt beide Flüssigkeiten von oben in den unten verschloſsnen Trichter, läſst dann durch die untere Oeffnung die schwerere Flüssigkeit ablaufen, bis die leichtere allein übrig. Man kann auch auf eine leichtere Art diesen Zweck erreichen, nämlich durchs Aufsaugen mit einem Saugröhrchen, *pipette,* oder einen sehr fein ausgezognen Trichter aus starkem Glas, oben mit Caoutchouc (Gummi elasticum) überbunden, welches man mit dem Finger in den Trichter hineindrückt, und nun die Spitze auf die Oelpartien richtet, die auf dem Wasser schwimmen. Man läſst langsam mit dem Druck nach, wodurch sich natürlich

Digitized by Google

die Luft im Trichter ausdehnt, folglich der Luftdruck das Oel in diesen hineinhebt.

5) Gläserne Heber, *siphon*, Stechheber, deren Zweck und Konstruktion aus der Physik bekannt ist. Man bedient sich der letztern, so wie auch des Saugröhrchens, *pipette*, siehe Fig. 19. Tafel I., zum Schlemmen, *élutriation*, um die im Wasser schwebenden leichten Theilchen von den sich schnell absetzenden schwerern zu trennen, indem man das trübe Wasser abhebt. Zum Schlemmen gröſserer Mengen bedient man sich der oben unter 3) beschriebnen Präcipitirtöpfe mit verschiednen Oeffnungen. — Im sehr groſsen Umfang findet die Schlemmarbeit auf den Pochwerken statt, um die zu verschmelzenden Erze vorzubereiten. (Siehe die Einleitung zu den Metallen).

6) Zum Auspressen theils von saftigen Pflanzenstoffen, theils von durch Abkochung oder Aufguſs ausgezognen Materien, von Niederschlägen, gebraucht man Schraubenpressen mit Preſskästen theils von Holz, theils aus Zinn gefertigt; *Réal's*, hydrostatische Presse.

III. Apparate zum Flüssigmachen sowohl auf trocknem, als nassem Weg.

1) Schmelztiegel, *creusets, melting pots, crucibles.* Man bedient sich verschiedner Arten Schmelztiegel, irdner, aus Porzellan, aus Guſseisen, Platin, Silber. Irdne Tiegel werden zu Groſs-Almeroda im Kurfürstenthum Hessen, hessische Tiegel, in vorzüglicher Beschaffenheit gefertigt, sowohl runde mit Ausguſs, als auch dreikantige. (Das nähere über dieselben siehe unter Schmelztiegelfabrikation im Kapitel vom Thon und dessen Verarbeitung). Sie vertragen ziemlich starke Hitze ehe sie weich werden und schmelzen, dies geschieht aber noch ehe Stabeisen schmilzt; sie halten Temperaturwechsel nicht so gut aus, als Reiſsbleitiegel, Graphittiegel. Diese heiſsen gewöhnlich Ipser Tiegel, sie kommen aber von Obernzell (Haffnerzell) bei Passau, und werden aus einem mit Reiſsbleipulver versetzten feuerfesten Thon gefertigt; man hat sie dreikantig, die gröſsten sind rund; sie werden nach ihrer Capacität für geschmolznes Metall nach Marken (½℔.) benannt, als z. B. 10märker, 50märker, und danach bezahlt. Sie halten Temperaturwechsel vorzüglich gut aus, können für Schmelzungen von Metall öfter gebraucht werden, ohne zu bersten; in Münzwerkstätten bedient man sich ihrer vorzugsweise. Porzellantiegel, Biscuit (unglasurt), sind nicht sehr haltbar, sie zerspringen sehr leicht, und werden nur in einzelnen Fällen im Kleinen angewendet; die kleinen glasurten Tiegelchen mit Deckeln sind haltbarer als

erstere, und dienen statt kleiner Platintiegel zu Glühungen auf der Lampe, ersetzen letztere aber nicht vollständig.

Platintiegel dienen theils zu Glühungen im Kleinen über der Glühlampe, theils im gröſsern Maſsstab im Ofen. Zu ersterm Zweck müssen sie aus dünnem Blech getrieben, und mit einem Deckel mit übergreifendem Rand versehen sein, siehe Tafel I. Fig. 21.; zu letzterm müssen sie stärker im Metall sein, dürfen nie dem Feuer unmittelbar ausgesetzt werden, weil sich sonst leicht Schlacken an dieselben festsetzen können; man stellt sie deshalb in irdne Tiegel, und bringt sie so zwischen die Kohlen. So richtig es auch ist, daſs Platin in keinem Ofenfeuer schmilzt, so sind dennoch Platintiegel leicht zum Schmelzen zu bringen, wenn Substanzen in ihnen erhitzt werden, welche sich mit Platin legiren, verbinden, wodurch stets leichter schmelzbare Produkte entstehen, z. B. Phosphor, Schwefel, mehrere Metalle. Hat ein Tiegel ein Loch, so muſs er gewöhnlich als altes Platin aufgelöst werden, denn eine Löthung mit feinem Gold nutzt nicht, da Gold schon bei 32° *Wedgwood* schmilzt, eine Löthung mit Platin gelingt nur in gewissen Fällen. Silbertiegel sind bei Schmelzungen nothwendig, wo mit Kali, Baryt, Lithion gearbeitet wird, welche sämmtlich Platin angreifen; freilich ist ihre leichte Schmelzbarkeit ein Hinderniſs vielseitiger Anwendbarkeit. Tiegel von Guſseisen braucht man unter andern zur Bereitung von Schwefeleisen, da Roheisen vom Schwefel kaum angegriffen wird. Die sogenannten Kohlentiegel sind Reiſsbleitiegel, welche mit guter Kohle ausgefüttert sind *(brasqué)*, die genau in dieselben hineinpaſst, und im Innern eine Höhlung zur Aufnahme der zu reducirenden Substanz hat. Sind es leicht schmelzende Körper, wie Schwefel, Blei, Zinn etc., so bedient man sich zur Schmelzung derselben eiserner Schmelzkellen, Schmelzlöffel, mit langem Stiel. — Zum Ausgieſsen der Metalle, um sie in bestimmte Form zu bringen, bedient man sich theils der Stängelchenform, *moules*, theils des Gieſsbuckels, theils der Zainform, *lingotière*; durch erstere erhält man Stängelchen, durch die zweite konische Stücke, durch die dritte Zaine, Barren. (Es gehören hierher auch Kapellen, Röstscherben, Probirtuten, von welchen weiter unten beim Probirofen die Rede sein wird).

2) Geräthe zum Auflösen auf nassem Weg sind mannichfaltig: braucht man keine Wärme zum Auflösen, so nimmt man es in Glascylindern vor, oder in Reibschalen von Serpentin, Porzellan, unter stetem Umrühren mit dem Pistill, oder einem Glasstab, Porzellan- oder hölzernen Spatel, in Schüsseln, Näpfen; auch gebraucht man dazu Glaskolben, Violen, *matras, fioles,* die man auf Strohkränze, *valet*, setzt, oder auf kleine geflochtne Körb-

chen, wie Fig. 6. Tafel I. zeigt; diese Körbchen sind für zwei verschieden groſse Kolben brauchbar. Ist Wärme zum Auflösen erforderlich, so geschieht es theils in Porzellanschalen, theils in Kolben, selbst in Retorten mit Vorlage. (Wie die Erwärmung geschieht, davon weiter unten).

3) Geräthe um pflänzliche und thierische Substanzen mit Flüssigkeiten auszuziehen, zu extrahiren. Man unterscheidet kalten und warmen Aufguſs, Infusion. Um einen kalten Aufguſs zu bereiten, übergieſst man eine gepulverte Substanz in einem beliebigen Gefäſs mit der Flüssigkeit; ist jedoch letztere flüchtiger Natur, so muſs ersteres verschlossen werden, mit Blase, Stöpsel. Dies nennt man auch das Einweichen, Maceriren. Die *Réal*sche hydrostatische Presse ist zu solchen Auszügen anwendbar, wo durch den Druck einer fallenden Flüssigkeitssäule, die durch das auszuziehende Material hindurchgepreſst wird, alle auflöslichen Theile ausgezogen werden. Weniger Raum erfordert die abgeänderte Extractionsmaschine mit verdichteter Luft, in welcher durch eine Verdichtungspumpe die über der Flüssigkeit eingeschloſsne Luft verdichtet wird. Auch hat man umgekehrt den Raum unter dem auszuziehenden Material mit einer Evacuationspumpe luftleer gemacht, wodurch die Flüssigkeit, vermöge des auf sie von oben frei einwirkenden Luftdrucks, hindurchgetrieben wird. Zur Anfertigung eines heiſsen Aufgusses dienen theils Kolben, theils aus Zinn gefertigte eigne Infundirgefäſse.

4) Sollen organische, oder auch nichtorganische, Materien ausgekocht werden, so geschieht dies

a) in offnen Gefäſsen, in kupfernen, eisernen, zinnernen Kesseln, Pfannen, in Porzellanschalen, Porzellanpfännchen mit Stielen, in Silber-, Platinschalen, sowohl auf freiem Feuer, im Kleinen über der Lampe, als auch mittelst Dämpfen, und zwar entweder so, daſs die Dämpfe das Kochgeschirr von Auſsen umspühlen, und dadurch heitzen, oder daſs dieselben unmittelbar in die bis zum Kochen zu erhitzende Flüssigkeit selbst geleitet werden. In beiden Fällen bedient man sich im Groſsen eines Dampfkessels, aus welchem durch Leitungsröhren die siedend heiſsen Dämpfe nach dem Ort ihrer Bestimmung geleitet werden, oder man hat eigens eingerichtete flache Wasserblasen, auf deren Mündung man die Schüsseln, in welchen gekocht werden soll, luftdicht aufpaſst; für die Dämpfe muſs seitwärts eine Abzugsöffnung angebracht sein. Dampfheitzung zum Behuf des Kochens ist in mehrfacher Beziehung eine sehr wichtige Sache, es gehört aber nicht hierher, das Nähere über die Konstruktion anzugeben. — Siehe *Péclet traité de la chaleur Tome II.*

Ein sehr bequemes, nutzbares Instrument, um metallne Pfänn-

chen, die keinen Stiel, sondern nur einen Ansatz haben, ohne sich zu verbrennen, anfassen und abheben zu können, ist der *Gahn*sche Griff, siehe Fig. 41. Tafel I. Er ist aus Lindenholz gearbeitet, besteht aus einem untern gröſsern Stück, einem obern kleinern, welches mittelst einer Schraube und einer in das untere eingelaſsnen Mutter in beliebiger Entfernung von dem untern gehalten werden kann, wozu auch eine Feder mitwirkt, welche beide auseinander hält. Wird nun in den Zwischenraum beider der Ansatz eines Pfännchens gebracht, und der keilförmige Schieber vorgeschoben, so wird sich die obere Hälfte um die Schraubenspindel als Drehpunkt bewegen, nach vorn zu herabgedrückt, und der Ansatz fest eingeklemmt. Die besondere Konstruktion der einzelnen Theile geht aus der Zeichnung deutlich hervor.

b) In verschloſsnen Gefäſsen mit höher gespannten Dämpfen, als die Atmosphäre, und bei höhern Temperaturgraden, als der sonstige Siedepunkt der Flüssigkeiten. Man bedient sich hiezu des *Papin*schen Topfs, *marmite*, eines aus Guſseisen gefertigten, verzinnten Topfs, auf welchen ein Deckel mit gut eingeschliffnem Rand möglichst dicht anschlieſst, und durch einen sogenannten Bajonettschluſs auf dem Topf befestigt wird. In der Mitte des Deckels ist eine konische Oeffnung mit einem nach Auſsen sich öffnenden Sicherheitsventil versehen, durch dessen Gewicht die Spannung der sich erzeugenden Dämpfe, so wie die Höhe der Temperatur bestimmt werden kann, auf welche die Flüssigkeit im Topf erhitzt werden soll.

IV. Apparate zum Abdampfen und Krystallisiren, Verfahren dabei.

Zum Abdampfen, Evaporiren, *évaporation,* bedient man sich im Kleinen der Abdampfschalen, *evaporating vessels*, aus Porzellan, welche theils flache, theils halbkugelförmige Boden haben, *capsules*, der Platin-, Silberschalen, auch mit Silber und Platin plattirter Kessel, *bassines*; zum Umrühren hat man Glasstäbe, Porzellanspatel, Holzspatel. Im Groſsen wendet man kupferne, zinnerne, eiserne Kessel, eiserne und bleierne Pfannen an; erstere aus Blech zusammengenietet, wie auf den Salinen, oder auch aus guſseisernen Platten zusammengeschraubt, letztere aus einer einzigen groſsen Bleitafel gebildet. Im Groſsen dampft man meistens über freiem Feuer ab, seltner durch Dampfheitzung, Dampfbad, *bain de vapeur, steam bath,* wie z. B. beim Zuckersieden, dagegen bedient man sich der Dämpfe sehr häufig zum Abdampfen im kleinern Maſsstab; auch stellt man die Schalen in ein Sandbad, dessen Einrichtung weiter unten beschrieben werden soll. Die irdnen Abdampfschalen müssen im Boden gleichmäſsig dünn sein,

sonst bersten sie über Feuer wegen ungleicher Ausdehnung; die halbkuglichen sind besonders dann geeignet, wenn die Flüssigkeit auf ein sehr geringes Volum gebracht werden soll, welches in einer flachen Schale nicht ohne Verlust ausführbar ist.

Soll eine Flüssigkeit, in welcher ein krystallirbarer Körper aufgelöst ist, zum Krystallisiren gebracht werden, so muſs das Abdampfen bis auf solchen Grad der Koncentration fortgesetzt werden, daſs beim Erkalten der aufgelöste Stoff sich allmälig in fester Form aus der Auflösung scheidet. Wäre zu wenig Wasser durchs Abdampfen entfernt worden, so würde nur sehr wenig vom aufgelösten Körper und langsam in Krystallform anschieſsen, hätte man aber umgekehrt zu viel weggedampft, wäre die Auflösung zu koncentrirt, so würde das Festwerden zu schnell, daher unregelmäſsig erfolgen, wodurch keine gehörig ausgebildeten Krystalle, sondern eine Masse gewonnen würde, an deren Gefüge sich bloſs noch Andeutungen eines regelmäſsigen Aneinanderlagerns der Theilchen nachweisen lassen. Die Probe, ob genug abgedampft, ist die, daſs man einige Tropfen der heiſsen Auflösung auf eine Glastafel, oder eine Porzellanschale, fallen läſst und zusieht, ob sich bald Krystalle bilden, oder nicht. Wird der Tropfen alsbald starr, so ist zu viel Wasser entfernt worden, schieſsen bald kleine Krystalle an, so ist genug abgedampft. Man prüft auch wohl mit dem Thermometer, wie beim Kochen der geklärten Zuckerauflösung, weil, wie aus den physikalischen Lehren bekannt ist, je specifisch dichter eine Flüssigkeit ist, desto höher auch ihr Siedepunkt liegt, so daſs man also an dem Siedepunkt ein Maſs für die relative Dichtigkeit, und also auch für die Menge der aufgelösten Substanz hat. Nicht selten zeigt sich auch als Zeichen der gehörigen Koncentration auf der Oberfläche der Auflösung ein dünnes Häutchen, Salz- oder Krystallhäutchen, andeutend, daſs die Ausscheidung beginne. Ist aber der zu krystallisirende aufgelöste Körper ein hygroskopischer, so bildet sich ein solches Häutchen nicht.

Sobald die Auflösung die nothwendige Koncentration hat, um krystallisiren zu können, so wird sie in die dazu vorgerichteten Gefäſse gebracht, im Kleinen in Porzellanschalen, Steingutgeschirre, im Groſsen in Steinzeuggeräthe, hölzerne Bottiche, Wachsfässer (vom Wachsen der Krystalle also benannt), in kupferne, eiserne Pfannen etc. So wie nun die Auflösung erkaltet, vermindert sich die Fähigkeit derselben den aufgelösten Stoff in derselben Menge aufgelöst zu erhalten, als bei einer höhern Temperatur, und es muſs nothwendig ein Ausscheiden stattfinden, wobei die kleinsten gleichartigen Theilchen sich zu einem Ganzen, vermöge der ihnen inwohnenden Cohäsionskraft, verbinden. Die Krystallbildung erfolgt desto regelmäſsiger, je allmäliger die Temperatur der heiſsen

Flüssigkeit abnimmt, weshalb auch die Wachsfässer an temperirten Orten aufgestellt werden, und die kupfernen Pfannen, in denen Zuckerkandis krystallisirt wird, in geheitzten Zimmern. Bei der Krystallisation des Boraxes ist besonders groſse Vorsicht nöthig, sollen gehörige Krystalle entstehen (siehe bei diesem). Die sich erzeugenden Krystalle legen sich an den Boden, an die Gefäſswandungen an, welche ihnen, vermöge der Wärmeentziehung und Ausstrahlung, Gelegenheit zur Bildung geben. Man pflegt durch Unterbrechung der Kontinuität der Flüssigkeit das Krystallisiren zu befördern, dies geschieht durchs Eintauchen von hölzernen Stäbchen, die man in den Boden, in die Faſsdauben einsteckt, und an Latten befestigt, in die Flüssigkeit von oben hineinhängt; so verfährt man beim Wachsmachen (so nennt man mit dem technischen Ausdruck das Krystallisiren) des Alauns, des blausauren Kalis, Kupfervitriols etc. Man wendet auch Zwirnfäden an, wie beim Kandis, die quer durch die kupfernen Pfannen gezogen werden. Die nach vollendetem Anschuſs übrig bleibende Flüssigkeit nennt man Mutterlauge, *eau mère*, *mother ley*; sie enthält von der krystallisirten Substanz noch so viel aufgelöst, als sie nach Maſsgabe ihrer Temperatur gelöst enthalten kann.

Wenn sich Krystalle bilden, so nehmen sie Wasser auf, und zwar ist dasselbe entweder chemisch mit der krystallisirenden Substanz verbunden, oder blos mechanisch eingemengt. Das Wasser nämlich, welches krystallisirende Körper aufnehmen, ist entweder zu ihrer Existenz in einer bestimmten Krystallform umumgänglich nothwendig, so daſs, wenn sie weniger, oder mehr, oder gar kein Wasser aufnehmen, die Form ihrer Krystalle sich ändert, oder es ist zum Krystallisiren, zur Erlangung einer bestimmten Form, nicht wesentlich erforderlich; im ersten Fall ist es chemisch gebunden, im letztern nur als etwas auſserwesentliches eingemengt. Das chemisch verbundne Wasser steht der Quantität nach zu der krystallisirenden Substanz in einem stets gleichbleibenden Verhältniſs bei gleichbleibender Krystallform; so enthält das bei niederer Temperatur krystallisirte Glaubersalz stets 56$\frac{0}{0}$, Borax 47,1$\frac{0}{0}$, kohlensaures Natron 62,75$\frac{0}{0}$ Wasser. So wie aber die Wassermenge im Glaubersalz, kohlensauren Natron nur $\frac{3}{5}$ der vorigen beträgt, sind die Krystalle beider von ganz anderer Form, so auch beim Borax mit der Hälfte der obigen Wassermenge. Das mechanisch aufgenommene, zwischen die sich aneinander lagernden Partikel eingedrungne, Wasser steht zur Form in keinem Verhältniſs, auch ist es nicht stets in gleicher Menge vorhanden, am wenigsten dann, wenn man durch Rühren ein krystallinisches Mehlpulver erzeugt, (siehe weiter unten über die gestörte Krystallisation).

Bei den Krystallen, welche chemisch gebundnes Wasser enthalten, zeigt sich das weiter unten angeführte Gesetz der einfachen multipeln Proportionen deutlich ausgesprochen, denn die Sauerstoffmenge des Wassers steht zur Sauerstoffmenge der Base eines Salzes, oder des ganzen Salzes, in einem einfachen Verhältniſs in ganzen Zahlen. So ist z. B. der Sauerstoffgehalt im Wasser des Glaubersalzes, Boraxes, kohlensauren Natrons 10mal gröſser, als in dem Natron, der Base dieser 3 Salze.

Nehmen krystallisirende Stoffe Wasser mechanisch auf, und ist zufällig auſser dem zu krystallisirenden Körper noch ein zweiter, dritter gleichzeitig aufgelöst, welcher leichter löslich ist, als der krystallisirende, und daher aufgelöst bleibt, wenn letzter anschieſst, so werden die Krystalle durch Aufnahme von Mutterlauge nothwendig verunreinigt, was oft Uebelstände mit sich bringt. Wenn z. B. Alaun aus Alaunrohlauge und schwefelsaurem Kali gefertigt wird, so nehmen die Alaunkrystalle Mutterlauge auf, welche schwefelsaures Eisenoxyd enthält, durch welches der Alaun für gewisse Fälle in der Färberei unbrauchbar wird. Um dieses zu vermeiden, wendet man die gestörte Krystallisation an, d. h. man schüttelt und rührt die Flüssigkeiten unter einander, um die Bildung gröſserer Krystalle zu behindern, um ein Krystallpulver, Mehl (technischer Ausdruck), zu erhalten, welches durch Aufnahme von Mutterlauge weniger verunreinigt ist. Eben so verfährt man beim Reinigen des rohen Salpeters, welcher Chlorkalium und Chlornatrium enthält, welche letztere in kaltem Wasser leichter löslich sind, daher in der Mutterlauge bleiben, und dann durch Aufnahme dieser die Salpeterkrystalle verunreinigen.

Krystalle, welche mechanisch beigemengtes Wasser enthalten, verknistern, decrepitiren, wenn man sie auf heiſse Körper streut, indem das Wasser Dampf wird, seine Krystallhülle mit Geräusch zerbricht. (Abknistern nennt man das Entziehen des beigemischten Wassers auf die angegebne Art). Krystalle, welche chemisch gebundnes Wasser in starrer Form, als Eis, enthalten, schmelzen in der Wärme und verlieren bei fortgesetztem Erhitzen das Wasser allmälig, blähen sich dabei auf, schäumen und werden endlich zu einer schwammigen, trocknen Masse, so Borax, Alaun, salzsaurer Baryt etc.; im wasserleeren Zustand lösen sie sich nur langsam in Wasser wieder auf. Solche Krystalle verwittern auch an der Luft, fatisciren, d. h. sie verlieren durch allmäliges Verdampfen von der Oberfläche aus ihr Wasser, welches bis zum gänzlichen Auseinanderfallen fortdauert; sie erscheinen mit Staub bedeckt, indem das die einzelnen Krystalltheile verbindende Wasser fehlt, wodurch der Zusammenhang aufgehoben ist; z. B. Glaubersalz, kohlensaures, phosphorsaures Natron. Einige zerflieſsen leicht, wenn sie zum Wasserdampf der Luft groſse Ver-

Digitized by Google

wandtschaft besitzen, z. B. salzsaurer Kalk, salzs. Magnesia, salzs. Eisenoxyd, salzs. Zinnoxydul.

Die Mutterlauge giebt bei wiederholtem Abdampfen meist von Neuem Krystalle, welche jedoch nicht so schön sind, als die beim ersten Anschuſs, nicht selten aber, wenn viele Substanzen zugleich mit aufgelöst sind, welche die Krystallisation behindern, findet kein Anschuſs von Krystallen mehr statt. Die Mutterlauge wird dann, nach Maſsgabe ihrer Beschaffenheit, zu andern Zwecken verbraucht, oder weggeschüttet. Gewisse Substanzen efflorésciren beim Krystallisiren, d. h. sie steigen durch Capillarität an den Gefäſswänden in die Höhe, über den Rand hinweg, längs der äuſsern Fläche der Gefäſse herab, und verbreiten sich auf dem Tisch, so daſs sehr wenig oder nichts im Gefäſs bleibt, z. B. blausaures Eisenoxydul-Natron. Man kann diesen Uebelstand durch Betalgen der Ränder vermeiden.

Was die Formen der Krystalle anlangt, so ist dies kein Gegenstand chemischer Untersuchungen, sondern eine Aufgabe der Krystallographie.

Schon auf Seite 24 war die Rede davon, daſs ein bestimmter Gehalt an Wasser direkten Einfluſs auf die Form der Krystalle hat; eben so groſs ist aber auch der Einfluſs der Mischung der Körper, die relative Menge von Säure und Base in Salzen, und die verschiedne Mischung der Säuren und Basen. Man hat in der neusten Zeit gefunden, daſs z. B. die arsenig- und phosphorigsauren, arsenik- und phosphorsauren Salze gleicher Basen, gleicher Neutralisation und gleichen Wassergehalts, gleiche Krystallform besitzen, woraus wohl folgt, daſs jene Säuren selbst gleiche Form besitzen müssen, und da sie gleiche Proportionen Sauerstoff enthalten, wohl auch ihre + elektr. Elemente, Phosphor und Arsenik, gleiche Form haben mögen. So erzeugen ferner Kalk, Magnesia, Zink-, Kobalt-, Nickel-, Kupferoxyd, Mangan- und Eisenoxydul, mit gleichen Säuren und gleicher Menge Wasser verbunden, Salze von gleichen Krystallformen, mit Alkalien Doppelsalze von gleicher Form. Ebenso verhalten sich Baryt, Strontian, Bleioxyd; Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd. Salze der Schwefel-, Selen- und Chromsäure sind bei Gleichheit der Basen von gleicher Form, so auch Natron-, Nickeloxyd- und Silberoxydsalze. Körper, die unter gleichen Umständen gleiche Krystallform bedingen, müssen gleiche Form besitzen, man nennt sie nach *Mitscherlich*, welchem man jene Entdeckung verdankt, isomorphe Körper (d. h. Körper von gleicher Gestalt).

Sollen Körper krystallisirt werden, welche durchs Schmelzen flüssig gemacht worden sind, wie z. B. Schwefel, Spieſsglanz, Wismuth, so läſst man das geschmolzne so weit in dem Tiegel erkalten, bis eine dicke Kruste sich gebildet hat, bricht diese dann auf, gieſst das noch flüssig gebliebne aus und sucht den Tiegel, wenn

es thunlich ist, vorsichtig von den an der innern Fläche sitzenden Krystallen zu lösen. Würde man alles erkalten lassen, so wäre dann blos ein krystallinisches Gefüge zu sehen, keine einzelnen, ausgebildeten Krystalle.

V. Apparate zur Destillation, Sublimation und Cämentation.

Das Destilliren, *distillation*, und Sublimiren, *sublimation*, sind zwei nahe verwandte physikalische Prozesse, die aber unter den chemischen Operationen, um Stoffe von einander mit Hülfe der Wärme zu scheiden, eine sehr wichtige Stelle einnehmen. Hier kann nur von den dazu gebräuchlichen Geräthen die Rede sein, nicht von dem Naturgesetz, auf welchem sie begründet sind, welches die Physik lehrt. Destilliren nennt man den Prozeſs, wenn eine flüchtige Flüssigkeit von einer minder flüchtigen, mit ihr verbundnen, oder von einem in ihr aufgelösten, starren, minder flüchtigen Körper, durch Dampferzeugung und Niederschlagen der entwickelten Dämpfe in tropfbarem Zustand erhalten wird. Hierzu gebraucht man, je nachdem man die aufsteigende, schräge, oder absteigende Destillation anwendet, verschiedne Apparate.

1) Zur aufsteigenden Destillation Kolben, *cucurbite*, *flask*, und Helm, *chapiteau*, *head*, *capital*, aus Glas, siehe Fig. 2. Tafel I., (*alambic*, *alembic* heiſst beides zusammen). Man stellt den Kolben in ein Sandbad, oder erwärmt ihn auch wohl durch Lampenfeuer, setzt den gut eingeschliffnen Helm auf den Kolben, verbindet mit Blase, und legt an den Schnabel desselben eine Vorlage, Recipient, *récipient*, *receiver*, an, theils einen andern Kolben mit engerer Mündung, theils einen Ballon, *ballon*, *balloon*, (Glaskugel mit einem oder 2 Hälsen), wie in Fig. 5. Tafel I. Man hat auch gläserne Helme mit Glaspfropfen, Tubulathelme, um etwas nachfüllen zu können, ohne den Helm abzunehmen; nicht selten ist dann Kolben und Helm aus einem Stück geblasen. Kolben und Helm wird jetzt nur selten angewendet, meistens gebraucht man beide zu chemischen Versuchen im Kleinen. Destillirblasen, *alambic*, *copper stills*, gehören zu den Apparaten für aufsteigende Destillation; sie bestehen aus kupfernen Kesseln, mit kupfernen oder zinnernen Helmen, Hüten verschiedner Gestalt; das Helmrohr, *bec*, *noze*, führt in den Condensator, welcher entweder als ein schlangenförmig gewundnes Rohr, Schlange, *serpentin*, *worm*, oder als ein metallner Cylinder, oder Doppelcylinder gestaltet ist, in dessen Raum die heiſsen Dämpfe eintreten, und von dem umgebenden Kühlwasser von Auſsen (und von Innen) gekühlt werden. Man stellt nämlich diese Apparate in Kühl-

fässer, *tonneau réfrigerant, seau,* d. h. in Fässer, oder metallne Behälter, in denen ein steter Zufluſs von kaltem Wasser durch ein bis auf den Boden des Gefäſses herabreichendes Rohr, und Abfluſs des heiſs gewordnen Wassers von oben stattfindet; denn, indem die heiſsen Dämpfe sich condensiren, setzen sie ihre gebundne Wärme an das Wasser ab, welches dadurch heiſs wird. (Die Details hievon werden in dem Artikel Branntwein, im IIten Band ausführlicher gelehrt). Auch bei Destillationen im Kleinen ist eine Abkühlung der Vorlage nothwendig, weshalb man dieselbe in eine Schüssel voll kalten Wassers legt, oder mit einem wollnen Tuch belegt, auf welches in einem dünnen Strahl kaltes Wasser aus einem höher stehenden Gefäſs mit Hahn tropft. Bei der Destillation ätherischer Oele, welche leichter sind als Wasser, wird, um das specif. leichtere Oel in einem Gefäſs zu sammeln, die sogenannte Florentiner Vorlage gebraucht, Fig. 39. Tafel I., durch deren Hals das Wasser, welches mit überdestillirt, abläuft, das Oel aber sich ansammelt. — Wasserbad, *bain-marie, water-bath,* ist eine Vorrichtung um ohne unmittelbaren Einfluſs des Feuers dadurch zu destilliren, daſs man das Destillationsgeräth in eine mit Wasser gefüllte Blase einschlieſst, so daſs nur durch das heiſse, das Destillationsgeräth umgebende, Wasser die Destillation eingeleitet wird, wodurch eine stets gleichmäſsige Temperatur bedingt, und ein Anbrennen, in Folge zu groſser Hitze auf einem Punkt, vermieden wird. (Der Aludelapparat wird beim Quecksilber angeführt werden; er ist veraltet).

2) Zur schrägen Destillation braucht man Retorten, *cornues, retorts,* und Vorlagen, von weiſsem, oder grünem Glas. Die Retorten, wie die Kolben, müssen nicht dick sein, weil sie sonst leicht bersten, von möglichst gleicher Stärke, ohne Knoten und Blasen, gleich geformt, der Hals gut angesetzt. Man unterscheidet Retorten mit und ohne Tubulus, tubulirte Fig. 1. und 37. und nicht tubulirte R. Fig. 20., 40., letztere werden im Groſsen ausschlieſslich angewendet; man braucht auch Porzellanretorten, Retorten aus hessischer Tiegelmasse, (Waldenburger, Bunzlauer Retorten), die jedoch sehr porös sind. Platinretorten und Vorlagen zur Gewinnung reiner Fluſssäure, der Chromsäure, werden selten gebraucht. Man schüttet die pulvrigen Materien durch den Hals der Retorte, spühlt mit Wasser nach, und füllt die Säuren durch den Tubulus ein, oder bei nicht tubulirten Retorten mittelst eines langen, eigens dazu gebognen, Glastrichters; soll während der Destillation noch Säure zugelassen werden, so befestigt man in dem Tubulus der Retorte einen gebognen Trichter, den *Welter*schen Trichter, Fig 12., 15. Tafel I., dessen Rohr nicht bis in die Flüssigkeit der Retorte zu reichen braucht, denn dadurch, daſs

man bis zur Füllung der angeblasnen Glaskugel Säure durch die Mündung des Trichters eingieſst, entsteht eine Flüssigkeitssäule, welche durch ihren Druck den im Retortenraum befindlichen Dämpfen Gegendruck leisten und ihnen den Ausgang versperren kann. Wenn nämlich die Dämpfe stärker drücken als die Luft, so steigt das Sperrfluidum im langen Trichterrohr auf, und aus der Kugel heraus, wodurch aber eine nur längere hydrostatische Drucksäule entsteht. Statt des *Welter*schen Trichters bedient man sich auch des Säurebehälters, *acid holter*, eines birnförmigen Glasgefäſses, welches in die Tubulatur paſst, und mit einem quer durchgehenden Glaspfropf verschlieſsbar ist. Will man im Kleinen eine Destillation über Lampenfeuer vornehmen, so wird ein Retortenhalter mit beweglichem Arm, Fig. 4. Tafel I., in der Art angewendet, wie es Fig. 5. deutlich zeigt. Die Klemme, welche mit Kork gefüttert und mit einer hölzernen Schraube versehen ist, dreht sich um ihre Axe in einem kurzen Arm, der sich niedrig und hoch stellen läſst. Man kann auch auf die Art einen Retorten- und Röhrenträger construiren, daſs man eine Klemme mit Schraube senkrecht auf ein Fuſsgestell stellt.

Bei gröſsern Retorten verfährt man also: man legt dieselben in eine eingemauerte, guſseiserne Sandkapelle, (oder auch dem freien Feuer ausgesetzt, in einen Drahtkorb, welcher eine kleine Blechschale mit Sand trägt), in geneigter Lage, wie dies Fig. 40 zeigt; von den Vorlagen gilt das bereits unter 1) gesagte. Nicht selten verbindet man den Hals der Retorte mit der Vorlage durch einen sogenannten Vorstoſs, *alonge, adopter*, eine konische, theils gerade, theils unter verschiednen Winkeln gebogne Röhre, die mit dem Retortenhals durch Blase oder Kitt (siehe davon am Ende dieses Kapitels) verbunden wird. Damit die zu gleicher Zeit sich entbindenden Gase theils aufgefangen, theils abgeleitet werden können, dient eine winkelrechte Glasröhre, die man entweder zwischen dem Retortenhals und der Vorlagenmündung einlegt, oder man nimmt einen tubulirten Kolben, einen doppelt tubulirten Ballon (siehe Fig. 5), und fügt eine gekrümmte Glasröhre zum Ableiten der Gase ein; dies geschieht mittelst gut schlieſsender Korke. Statt eines tubulirten Glasballons kann man auch eine Flasche mit 2 oder 3 Hälsen, Fig. 15. Tafel I., anwenden, in deren einen man mittelst einer Vorstoſsröhre das Destillat leitet, aus dem zweiten geht das gasleitende Rohr aus.

Nicht selten wird eine Flüssigkeit vorgeschlagen, d. h. eine Flüssigkeit in die Vorlage geschüttet, welche dazu dienen soll, theils das flüssige Destillat aufzunehmen, theils die Dämpfe zu binden, oder gasige Stoffe zu absorbiren. So wird z. B. bei der Destillation der Salzsäure, der Salpetersäure, des Salmiakgeistes, Was-

Digitized by Google

ser vorgeschlagen, um das salzsaure Gas, Ammoniakgas und die Dämpfe der Salpetersäure aufzunehmen. Zu diesem Behuf ist der *Woulf*sche Flaschenapparat, *appareil de Woulf, Woulfe's apparatus,* Fig. 15. Tafel I., Fig. 10. Tafel IV., den man a f verschiedne Weise in neuster Zeit abgeändert hat, ganz besonders geeignet, indem durch die Einrichtung desselben eine groſse Berührung zwischen dem sich entbindenden Dampf oder Gas und der vorgeschlagnen Flüssigkeit, unter einem mäſsig gröſsern Druck, als dem der Atmosphäre, statt findet. Die Flaschen sind entweder mit 2, oder mit 3 Hälsen versehen, *flacons tubulés, necked bottles,* 2, 3, 4 an der Zahl, durch winkelrecht gebogne Glasröhren so mit einander verbunden, daſs die luftförmigen Körper aus einer in die andere nur durch die vorgeschlagne Flüssigkeit hindurch gelangen können. Die erste Flasche wird durch eine Vorstoſsröhre mit der Retorte, oder dem Kolben verbunden, wie Fig. 15. zeigt, und die letzte mit einem offnen Glascylinder, damit die noch nicht völlig absorbirten gasigen Theile dort noch vom Wasser, oder sonstigen Flüssigkeiten, verschluckt werden können, um nicht die Gesundheit der arbeitenden Chemiker zu gefährden. In die mittlern Hälse werden gerade Glasröhren, oben mit oder ohne trichterförmige Mündungen, so eingesetzt, daſs sie einen Zoll unter dem Flüssigkeitsspiegel sich befinden, Sicherheitsröhren, *tubes de sûreté, tubes of safety* genannt, welche dazu dienen, daſs bei überhand nehmender Spannung des Gases, oder der Dämpfe, die Flüssigkeit in ihnen aufsteigen und nöthigenfalls selbst ausflieſsen, auf der andern Seite aber auch, wenn die Spannung sich in Folge rascher Absorption oder Condensation vermindert, die atmosphärische Luft in die Flaschen eintreten kann, ohne daſs die Flüssigkeit einer Flasche in die andere übertritt und sie verunreinigt. Statt dieser einfachen Röhren hat man noch die *Welter*schen Sicherheitsröhren, *tubes de sûreté à boule*, eine Verbindung der gewöhnlichen zweimal winkelrecht gebognen Verbindungsröhren mit dem *Welter*schen Trichter; es ist nämlich im Mittel des horizontalen Stücks der Verbindungsröhre ein gebogner, mit Glaskugel versehener, Trichter so angeblasen, daſs die Röhre mit dem Trichter in einer vertikalen Ebne liegt. Hat man solche Röhren, so sind die mittlern Hälse und die in dieselben gesteckten Röhren nicht nöthig; die Sicherheitstrichter werden, wie bereits oben angegeben worden ist, mit einer schicklichen Flüssigkeit gesperrt. Die Pfropfe müssen nicht selten mit Kitt verstrichen werden, so wie man auch die Flaschen mit kaltem Wasser, oder Frostmischungen, ab kühlen muſs.

Zum Gebrauch im Groſsen hat man groſse Flaschen aus Irdenwaare, *bonbonnes,* mit irdnen, oder bleiernen, Röhren verbunden,

Fig. 10 Tafel IV; sie werden in einen mit Wasser gefüllten Trog gestellt, in welchem steter Zu- und Abfluſs erhalten wird. Statt der Retorten gebraucht man häufig guſseiserne Cylinder, wie Fig. 9 und 10 Tafel IV zeigen, so auch Tafel III Fig. 1, 2, 3, 4.

3) Die absteigende Destillation wird selten noch in Anwendung gesetzt, unter andern in England bei der Zinkgewinnung aus Galmei. Man füllt einen im Boden durchbohrten, mit einem irdnen durch letztern aufsteigenden, senkrechten Rohr versehenen, Tiegel mit den zu destillirenden Materien, verschlieſst ihn mit einem Deckel luftdicht, und erhitzt ihn rings umher, so steigen die Dämpfe des entbundnen Zinks durch das Rohr nieder, kühlen sich ab, und tropfenweis sammelt sich in untergesetzten Gefäſsen das Metall, siehe Tafel VIII.

Unter trockner Destillation versteht man einen Prozeſs der Destillation trockner und flüssiger Materien, vorzugsweise organischer Abstammung, durch welchen eine Entmischung derselben, eine Erzeugung tropfbarer, gasförmiger und starrer Produkte stattfindet. Hiezu wendet man im Kleinen irdne, eiserne, oder beschlagne gläserne Retorten an, deren Hals durch einen Vorstoſs mit einer Vorlage (Ballon, Kolben) in Verbindung gesetzt wird, aus welcher die Gase durch eine gekrümmte Röhre abgeleitet werden. Im Groſsen braucht man guſseiserne Retorten, Cylinder, z. B. bei der Gaslichtbereitung, siehe Tafel III. Fig. 1, 2, 3, 4, oder selbst gemauerte Räume, die von Auſsen geheitzt werden, wie z. B. beim Theerschwelen.

Wird ein Destillat nochmals für sich destillirt, so nennt man diesen Prozeſs die Rectifikation, man bezweckt, dasselbe zu reinigen, das flüchtige von dem minder flüchtigen vollkommner zu scheiden; Cohobation nennt man dagegen das Verfahren, wenn man ein Destillat auf den abdestillirten Rückstand zurückgieſst, und über demselben nochmals abdestillirt, welches bei Pflanzenmaterien zum Behuf der Gewinnung ätherischer Oele stattfindet.

4) Sublimation, *sublimation,* nennt man den Prozeſs, wenn eine flüchtige starre Substanz durch Wärme in Dämpfe verwandelt wird, welche sich zu einem starren Körper wieder verdichten. Die zum Sublimiren gebräuchlichen Geräthe sind im Kleinen Glasröhren, die man mit dem zu sublimirenden Körper füllt, und über die Flamme der Glühlampe hält, worauf sich das Sublimat zu beiden Seiten ansetzt, (wie bei der Reduktion des Arseniks aus arseniger Säure durch Kohle); oder kleine Glaskölbchen, die man mittelst einer Löthrohrflamme erhitzt, in deren langen Hals sich der Anflug sammelt. Oder man wendet Glaskolben, grüne Medicingläser an, die man in einen Tiegel mit Sand umgeben, oder in eine Kapelle einsetzt und so erhitzt; auch werden dazu zwei Tie-

gel gebraucht, die man umgekehrt über einander stellt und verklebt. Im Groſsen hat man Glasballons für den Salmiak, von fast cylindrischem Mittelstück und halbkuglichen Boden, sie werden in Sandkapellen eingesetzt; oder aus Guſseisen, aus Eisenblech gefertigte Cylinder mit halbkugelförmigen Boden und Deckel, wie bei der Sublimation von arseniger Säure, gelbem Operment; oder irdne Krüge etc. Man sublimirt auch mitunter in Retorten nebst Ballon, so das kohlensaure Ammoniak. Lockere Sublimate, in Krystallform, oder staubartige, nennt man Blumen, *fleures, flowers,* z. B. Benzoëblumen (sublimirte Benzoësäure), zu deren Sublimation eine lange Papiertute gebraucht wird, um in derselben die Dämpfe aufzufangen; Schwefelblumen u. a. m.

5) Hier reiht sich noch der Prozeſs des Cämentirens an, *cèmentation,* ein Prozeſs der gegenseitigen Durchdringung zweier starrer Körper, die man in ein Gefäſs eingeschichtet auf einen gehörigen Temperaturgrad erhitzt. Hiezu hat man im Kleinen irdne Büchsen, (man kann jeden Schmelztiegel dazu brauchen, wenn man den Deckel luftdicht aufpaſst und verklebt), eiserne oder irdne Kästen. So cämentirt man Kupfer durch Zink, (Fabrikation des Knittergoldes), Eisenstäbe durch Kohle, (Stahlbereitung, Cämentstahl); so überstählt der Mechaniker, Büchsenmacher u. a. eiserne Waaren beim Einsetzen mit thierischer Kohle, damit sie hart werdenn und schöne Politur annehmen. (Das Nähere hierüber siehe unter Stahl.)

VI. Apparate zur Entbindung und zum Auffangen von Gasen, zu verschiednen Versuchen mit denselben.

Die Gasentwickelung erfolgt entweder ohne Wärme, oder mittelst einer Temperaturerhöhung, hienach sind die Apparate verschieden.

1) Soll ein Gas ohne künstliche Erwärmung entbunden werden, so bedient man sich dazu einer Caravine, einer Flasche mit weitem Hals, in welchen ein guter Korkstöpsel genau paſst, durch den eine lange Trichterröhre und ein winkelrecht gebognes Glasrohr luftdicht hindurchgesteckt sind, wie Fig. 11 Tafel I. zeigt. An das gekrümmte Glasrohr setzt man ein anderes Rohr an, nach der nöthigen Lage, die man demselben geben will, verschieden gebogen und verbindet beide luftdicht, und an einander beweglich, mittelst Caoutchouc (Gummi elasticum) also: man nimmt einen kleinen, dünnen Beutel, schneidet ein gehörig langes und breites Stück aus, und zwar so, daſs man den Beutel zusammenlegt, und mit dem Scheerenschnitt die beiden Schnittflächen aneinander drückt, schiebt in beide Oeffnungen des so gebildeten Caoutchoucröhrchens

die

die Enden der beiden Glasröhren hinein, und bindet das Caoutchouc mit einem Faden Seide fest auf. Diese Verbindung ist so lange luftdicht, als nicht heiſse Wasserdämpfe, oder Dämpfe von Säuren das Caoutchouc erweichen; sie gewährt den Vortheil der möglichsten Beweglichkeit. Durch den Glastrichter gieſst man die zur Entbindung nöthige Säure nach und nach hinzu. Soll das entwickelte Gas von allem mit fortgerissenen Wasserdampf getrocknet werden, so wird es erst durch eine Röhre geleitet, die mit geglühtem Chlorcalcium angefüllt ist, Fig. 27. Tafel I. (hier ist nur die mit einer Kugel versehene angefügte Röhre hinwegzudenken), und von dem Retortenhalter Fig. 4. in horizontaler Lage gehalten wird. Früher bediente man sich zur Gasentbindung eigner zweihälsiger Flaschen mit Trichter und Stopfer, die jetzt auſser Gebrauch sind.

2) Zur Gasentwickelung mittelst künstlicher Erwärmung dienen verschiedne Apparate, je nachdem die Gasentbindung auf trocknem oder nassem Weg stattfindet.

a) Auf trocknem Weg durchs Glühen. Man wendet hiezu guſseiserne Retorten an, auch geschmiedete eiserne Flaschen, wie zur Entwickelung von Sauerstoffgas (Kohlenstoffoxydgas). Zu diesem Zweck sind die Quecksilberlegel am vortheilhaftesten anzuwenden, in welchen jenes Metall in den Handel kommt. Man läſst die Mündung konisch ausdrehen, und das Ende eines Flintenlaufs einpassen, wie ungefähr Fig. 32. Tafel I. zeigt. In die andere Oeffnung des Flintenrohrs kann man dann einen Pfropfen mit einem flexibeln Glas- oder Zinnrohr einsetzen, um das Gas weiter fort zu leiten. (Zinnröhren, überhaupt biegsame Metallröhren, wie sie für die Vertheilung des Beleuchtungsgases in Gebäuden, Zimmern angewendet werden, sind auch für den Chemiker recht anwendbar). Zu kleinern Versuchen wendet man auch wohl ein Flintenrohr an, welches am dickern Endo fest verschraubt ist, und in vertikaler Lage in Glühfeuer gelegt, oder durch einen Röhrenofen gesteckt wird, wie ungefähr Fig. 38. Tafel I. zeigt; (hier ist ein anderer Zweck, weshalb noch eine Retorte angefügt ist). Auch aus gläsernen Retorten werden Gase über der Glühelampe entbunden, wozu ein vollständig zusammengestellter Apparat in Fig. 5. Tafel I. vorgestellt ist; auch kann dazu der in Fig. 7. und 9. dargestellte Apparat verwendet werden.

b) Auf nassem Weg durchs Erhitzen. Hiezu braucht man vorzugsweise den in Fig. 7. dargestellten Apparat, einen Kolben mit Pfropfen und schräg abwärts steigendem Gasrohr. Soll während der Entbindung des Gases eine Flüssigkeit nachgefüllt werden, so müſste ein Kolben mit weitem Hals, um noch einen *Welter*schen Trichter einsetzen zu können, gewählt werden, wie in Fig. 15.

Digitized by Google

Ist es nothwendig, daſs das entwickelte Gas vor dem Auffangen noch von zugleich erzeugten fremden Gasen gereinigt werde, so leitet man es durch eine Mittelflasche, welche mit geeigneten Flüssigkeiten zur Hälfte gefüllt ist, durch welche das Gas hindurch muſs, um dann aufgefangen zu werden; siehe den Apparat in Fig. 9. Tafel I. Man bedient sich auch statt der Kolben Retorten, wie z. B. in Fig. 20. und 37. Apparate der Art gezeichnet sind; man kann auch Tubulatretorten mit *Welter*schen Trichtern, oder einem sogenannten Säuretrichter, *acid holter,* mit einem quer durchgehenden durchbohrten Glaspfropfen, anwenden. Soll aus der Zersetzung von Dämpfen ein Gas in der Glühhitze erzeugt werden, so bedient man sich dazu eines Apparats, wie Fig. 38. Tafel I. zeigt. Man legt einen Flintenlauf, oder ein Porzellanrohr, durch die Oeffnungen eines Röhrenofens, fügt an einem Ende eine Retorte ein, in welcher sich die in Dämpfe zu verwandelnde Substanz befindet, am andern ein Gasleitungsrohr, beide durch Pfropfen gesteckt, welche, bei hinlänglicher Länge des Rohrs, von der Hitze nicht leiden.

3) Um die entbundnen Gase in passende Recipienten leiten zu können, dient die pneumatische Wanne, *cuve pneumatique, pneumatic trough or apparatus.* Man unterscheidet pneumatische Wasser- und Quecksilberwannen, *cuve hydro- et hydrargyro-pneumatique, water and mercurial trough or apparatus,* je nachdem Wasser oder Quecksilber als Medium in ihnen gebraucht wird.

a) Pneumatische Wasserwannen, am häufigsten gebraucht, werden entweder, sollen sie groſs sein, aus Stabholz, oder Blech gefertigt, im kleinern Maſsstab aus Weiſsblech, oder aus Glasplatten zusammengesetzt, wie in Fig. 5. Es sind theils viereckige, theils länglich runde Gefäſse, von verschiedner Tiefe, nach dem verschiednen Zweck eingerichtet. In ihnen befindet sich eine Brücke, *tablette, sliding shelf,* ein horizontales Brett, Blechtafel, oder Glasplatte, von Knaggen getragen, oder zwischen Coulissen eingeschoben, oder sonst befestigt, (bei der in Fig. 5. abgebildeten Wanne ist die Brücke durch 4 Messingstreifen, welche oben übergebogen auf dem Rand der Wanne ruhen, gehalten). Die Brücke hat mehrere Oeffnungen, unter denen kurze Blechtrichter befestigt sind, oder auch ohne diese, wie bei der Wanne Fig. 5, um das von unten eintretende Gas ohne Verlust nach der Oeffnung und durch diese zu geleiten. Zum Aufsammeln des Gases bedient man sich theils kleiner, theils gröſserer Glascylinder, Glocken, mit und ohne Tubulus (siehe Fig. 14. und 30. Tafel I., und Fig. 1. und 3. Tafel II.), die man vorher, um alle atmosphärische Luft auszutreiben, mit Wasser in der Wanne füllt, und auf die Brücke stellt,

über welcher das Wasser stets ½ bis 1 Zoll hoch stehen muſs, damit das Wasser in den Cylindern, Glocken durch den Druck der Atmosphäre getragen werde. Man schiebt nun einen solchen mit Wasser gefüllten Recipienten (Glasglocke, Cylinder) über die Oeffnung der Brücke, und bringt dann die Mündung des gekrümmten Gasleitungsrohrs darunter. So bald die Gasentbindung anhebt, steigt das Gas in Blasen in das Gefäſs, das Wasser flieſst in demselben Maſse ab; ist das Gefäſs mit Gas gefüllt, so schiebt man es auf der Brücke seitwärts fort, und bringt ein anderes, mit Wasser gefülltes, auf die Mündung etc. Will man das mit Gas gefüllte Gefäſs wegheben, um an einem andern Ort damit zu operiren, so stellt man es unter Wasser in eine flache mit Wasser gefüllte Schale, oder man deckt ein Uhrglas, eine Glasplatte, *obturateur*, auf die Mündung, hebt es aus dem Wasser, kehrt es dann um und nimmt den Deckel ab, etc.

Wenn man mittelst Wärme ein Gas entwickelt, und will, nach Beendigung des Versuchs, den Apparat erkalten lassen, so muſs man nicht vergessen, die Gasröhre aus dem Wasser zu nehmen, weil sonst, so wie die Luft im Innern des Apparats beim Erkalten sich abkühlt und zusammenzieht, durch den Druck der Atmosphäre das Wasser aus der Wanne in die Retorte, den Kolben aufsteigt, und dann oft Schaden verursachen kann. Operirt man mit Gasen, welche vom Wasser verschluckt werden, so muſs man Quecksilber anwenden, es sei denn, daſs dasselbe von ihnen angegriffen würde, oder daſs letzteres die Gase entmischte, dann muſs man sich anderweitig helfen.

b) Quecksilberwannen werden theils aus Holz, (eine kleine Wanne der Art, mit einer ebnen Glasplatte auf dem Boden, ist Fig. 14. Tafel I. gezeichnet) theils aus Marmor, Guſseisen gefertigt, überhaupt aus Materien, die von ersterm nicht angegriffen werden, und die Festigkeit genug besitzen, einen starken Druck auszuhalten. Ihre Einrichtung ist der der Wasserwannen ganz ähnlich, nur giebt man ihnen eine geringere Tiefe, um nicht unnützerweise viel Quecksilber zum Füllen zu gebrauchen, und zwar so, wie es Fig. 5. Tafel II. zeigt, daſs zwei Brücken, aus dem Vollen gearbeitet, zu beiden Seiten sich befinden, und dazwischen der cylindrisch ausgehöhlte Raum für das Quecksilber, um hierin Cylinder füllen zu können. An einer Seite bringt man einen hohlen, vertikalen, cylindrischen Raum an, a in beiden Figuren 1. und 5. Tafel II., um in demselben, da er mit Quecksilber gefüllt ist, graduirte Cylinder eintauchen zu können, wenn man das aufgefangne Gas messen will. Zu dem Ende ist es gut, wenn an dieser Stelle ein Stück der Metall- oder Holzwand ausgeschnitten,

und dafür ein Stück Glas eingesetzt ist, um das Auge mit dem Quecksilberspiegel in eine horizontale Ebne zu bringen, und so Fehler beim Ablesen zu vermeiden. Sollen gröſsere Recipienten, z. B. graduirte Glocken, mit Quecksilber gefüllt werden, so muſs man dazu tubulirte mit Hähnen verschlieſsbare wählen, auf deren Tubulatur eine eiserne Saugpumpe aufgeschraubt wird, mittelst welcher man die Luft aus der Glocke pumpen und das Quecksilber anheben kann.

An der in Fig. 1. und 5. Tafel II. gezeichneten Quecksilberwanne von Guſseisen, aus *Newman*'s Werkstätte in London, ist noch ein kleines Gasometer h nach *Pepys*'s Angabe angebracht, welches dazu dienen soll, Gas aufzusparen, um es dann in kleinern Portionen zu verbrauchen. Zu dem Ende ist auf die Bodenplatte des hohlen guſseisernen Cylinders b ein anderer Cylinder aus Eisenblech aufgeschraubt, (man sieht ihn in Fig. 1. punktirt) welcher aber von der Peripherie des erstern überall $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien absteht; dieser innere Cylinder endigt sich mit einem halbkugelförmigen Deckel, wie in Fig. 5. bei c zu ersehen ist. Durch diesen inwendig hohlen innern Cylinder geht ein Blechrohr luftdicht so hindurch, daſs dessen obere Mündung bei d 4 bis 6 Linien über dem gewölbten Deckel hervorsteht, und sich unten bei e in ein Hahnstück endigt; an dieses wird ein kleiner gläserner Trichter f angeschraubt, welcher in eine mit Quecksilber gefüllte Glasschale g eingetaucht ist, die bei der Gasbereitung die Quecksilberwanne vertritt. Um den Trichter mit Quecksilber zu füllen, muſs man oben bei c saugen, dann den Hahn bei e schlieſsen. (Zu diesem Ende müssen die Hähne von Eisen und nicht von Messing sein.) Soll das Füllen einer Glocke mit diesem Apparat anheben, so wird dieselbe in den Raum zwischen den innern Kern und den äuſsern Mantel, welcher mit Quecksilber gefüllt ist, bei geöffnetem Hahn in der Tubulatur, eingetaucht, damit alle Luft entweichen kann, sodann derselbe verschlossen, die Gasleitungsröhre so zwischen der Glasschale g und dem Glastrichter f eingebracht, daſs das Gas in den Trichter einströmt, und durch das im innern Cylinder befindliche Blechrohr, dessen obere Mündung bei c sich in der Höhlung der Tubulatur der Glasglocke befindet, in die letztere, nach vorheriger Oeffnung des Hahns e, gelangt, wodurch sich dann die Glocke mit Gas füllt.

Will man den Inhalt der Glocke, nachdem der untere Hahn bei e geschlossen, und der Trichter mit der Glasschale weggenommen worden ist, in kleine Portionen zum Verbrauch abtheilen, so dient dazu das von dem Hahnstück e aufsteigende Rohr h, welches in i einen Hahn hat; es mündet auf der Ebne der einen Brücke, in einer Rinne liegend, bei k Fig. 5. aus. Stellt man nun

Digitized by Google

über k einen mit Quecksilber gefüllten kleinen Cylinder auf, öffnet den Hahn i, und drückt die Glocke nieder, so wird das Gas mittelst des ausgeübten Drucks durch das Rohr h aufsteigen, durch die Oeffnung bei k ausströmen, und den Recipienten füllen. Es ist einleuchtend, daſs dadurch, daſs im Gasometer ein Kern angebracht ist, sehr viel Quecksilber gespart wird, indem nur so viel nöthig ist, als den Zwischenraum ausfüllt.

Unter der Wanne ist ein lackirter Blechkasten, um verschüttetes Quecksilber aufzusammeln; auch kann man an den rechten vordern Fuſs der Wanne eine Eisenstange ansetzen, auf welcher sich ein auf und nieder schiebbarer Träger für eine Spirituslampe anbringen läſst, um eine kleine Retorte zu erhitzen, deren Hals man in die untere Oeffnung der gegenüber sich befindenden Brücke einstecken kann, und die dann in einem der Einschnitte der Vorderwand l, l, l ruht. m ist eine mittelst einer Zwinge festgestellte Detonationsröhre, wovon weiter unten das Nähere.

4) Zum Aufnehmen der entwickelten Gase bedient man sich theils kleinerer und gröſserer gläserner Recipienten, theils Gasometer.

a) Gläserne Apparate der Art sind: Cylinder, *éprouvettes, glaſs jars,* verschiedner Dimensionen, Glasglocken, mit und ohne Glastubulus, auch mit einem Hahnstück, *cloche à robinet,* wie in Fig. 14. und 30. Tafel I., Fig. 1. und 3. Tafel II. zu sehen sind. Nicht selten bedient man sich, um das aufgefangne Gas messen zu können, der gradnirten, calibrirten Cylinder, und Glocken, *cloche graduée, graduadet jars,* die in pariser oder preuſsische (rheinländische) Kubikzolle und Linien getheilt sind. Bei solchen Versuchen ist nöthig, daſs, will man das Gasvolum messen, das Quecksilber, oder Wasser, im Innern der Gefäſse in gleichem Niveau mit dem in der Wanne stehe; denn stünde es im Innern höher, so ist die innere Luft nicht so dicht wie die atmosphärische, folglich nimmt sie einen gröſsern Raum ein, als sie bei gleicher Dichtigkeit mit der Luft einnehmen würde; sie muſs aber gleich dicht sein. Was ist da zu thun? Entweder man taucht den Cylinder so tief in das Quecksilber oder Wasser ein, bis die Flüssigkeitsspiegel innerhalb und auſserhalb in gleichem Niveau stehen, und liest dann ab, oder man stellt eine Rechnung an, und corrigirt die Volumgröſse auf die wie sie bei gleicher Dichtigkeit mit der Atmosphäre sein würde. Stünde z. B. das Barometer 28″ hoch, und wären in einem Glascylinder scheinbar 42 Kubikzoll Gas, stünde aber das Quecksilber im Innern desselben 2″ über dem Niveau des Quecksilbers auſserhalb, wie viel Kubikzoll Raum nimmt dann wohl das Gas ein, wenn es gleiche Dichtigkeit mit der atmosphärischen Luft hat? Es müssen sich

Digitized by Google

die Räume verkehrt verhalten wie die Dichtigkeiten, und da die Quecksilberstände die Dichtigkeiten messen, also verkehrt proportional den Quecksilberständen. Steht das Quecksilber im Barometer zur Zeit des Versuchs 28″, und ist die Dichtigkeit des Gases im Cylinder 28″ — 2″ = 26″ Quecksilbersäule, erfüllt das Gas unter jener Bedingung 42 Kubikzoll, wie groſs würde das Volum bei 28″ Dichtigkeit sein? 28 : 26 = 42 : x, also $x = \frac{26.42}{28}$ = 39 Kubikzoll. Die Gründe dieses Verfahrens lehrt die Physik.

b) Will man gröſsere Gasmengen bereiten und sie zum Gebrauch aufbewahren, so bedient man sich dazu der **Gasometer**, *Gazomètre, Gasholder.* Die zur Aufstellung chemischer Experimente gewöhnlichsten sind: das *Pepys*'sche, und das Kasten gasometer.

α) Das *Pepys*'sche Gasometer, 1802 erfunden, auf Tafel II. Fig. 3. gezeichnet, wird aus Kupfer- oder starkem Eisenblech gefertigt, und im letztern Fall lackirt. Es besteht aus einem oben und unten geschlossenen Cylinder; auf denselben ist ein oben offenes, kleines, cylindrisches Gefäſs gestellt, welches durch 5 Röhren, die von dem obern Boden des untern Gefäſses aufsteigen, getragen wird. 3 dieser Röhren sind blos zum Tragen und des Ebenmaſses wegen angesetzt, sie sind oben und unten geschlossen, 2 andere aber sind mit Hähnen versehen, dienen um theils Wasser, theils Gas durch sich hindurch zu lassen. Die eine seitwärts stehende a steigt von dem Boden des obern Gefäſses bis fast auf den Boden des untern herab; sie kann selbst noch (wie die Figur zeigt) durchs Anschrauben einer andern kupfernen Röhre beliebig verlängert werden, welche oben ein Trichterstück trägt, um Wasser einfüllen zu können. Die zweite, und zwar die mittelste Röhre b mündet in dem obern Boden des untern und den Boden des obern Gefäſses. An dem untern gröſsern cylindrischen Gefäſs befinden sich 2 Handhaben, um den Apparat transportiren zu können, ferner nahe an dem untern Boden ein schief angesetztes kurzes, weites Rohr c, mit einem aufzuschraubenden Deckel luft- und wasserdicht verschlieſsbar; ein Hahnstück d ganz oben, an welches ein Rohr mit einer Platincanüle angeschraubt werden kann; endlich eine Wasserstandröhre, eine mit zwei messingnen Fassungen versehene Glasröhre e, welche oben und unten mit der Seitenwand des Behälters verschraubt ist.

Soll das Gasometer mit einem Gas gefüllt werden, so geschieht es also: man füllt es mit Wasser dadurch, daſs man die Hähne bei a und b öffnet, das Rohr bei c verschlieſst, und Wasser in das obere Gefäſs füllt. Ist das untere Gefäſs völlig gefüllt, so verschlieſst man die Hähne, setzt das Gasometer auf eine hölzerne

Digitized by Google

Wanne, über welche quer über ein Brett gelegt ist, öffnet das Rohr e, und leitet das Gasleitungsrohr des Gasentbindungsapparats in das Rohr c hinein, so wird das Gas in dem Behälter aufsteigen und das Wasser dafür in die untergestellte Wanne abflieſsen. (Weshalb das Wasser beim Oeffnen des Rohrs e nicht alsbald ausläuft, lehrt die Physik; nothwendig muſs aber dieses Rohr schräg angesetzt sein.) Ist das Gefäſs so weit gefüllt, daſs das Wasser ungefähr in gleicher Höhe mit dem Rand der Oeffnung des Rohrs e steht, so hört man mit der Gasentbindung auf, und schraubt die Oeffnung zu.

Will man das eingesperrte Gas zu Versuchen benutzen, z. B. damit Recipienten füllen, so verfährt man also: Man füllt dieselben mit Wasser und stellt sie mit der Mündung auf die Oeffnung der Röhre b in dem obern mit Wasser gefüllten Gefäſs, öffnet den Hahn a und b, so wird durch b das Gas in den Recipienten strömen, weil durch das Rohr a aus dem obern Gefäſs Wasser in das untere herabsinkt; so füllt man Glocken, Cylinder etc. Nachdem der Hahn bei b verschlossen, hebt man die Recipienten, mittelst flacher Schüsseln, in welche man sie mit Wasser gesperrt stellt, aus dem obern Gefäſs heraus. Will man das Gas durch die feine Platincanüle ausströmen lassen, oder sonst anders, so öffnet man die Hähne a und d, dann bläst das Gas durch d aus, und zwar desto rascher, je gröſser der hydrostatische Druck ist, unter welchem dasselbe steht. Schraubt man also auf die Fallröhre a noch mehrere Röhren auf, die sich in einen Trichter endigen, und gieſst nun in letztern Wasser, so kann die Druckhöhe gleich 8 bis 12 Fuſs werden, wodurch die Dichtigkeit des Gases, folglich die Schnelligkeit der Ausströmung, sich vermehrt. An der Wasserstandröhre c sieht man jeder Zeit, wie viel Wasser schon im Gefäſs sich befindet, wie viel Gas also noch vorhanden ist.

β) Das Kastengasometer ist nicht so bequem, als das *Pepys*sche, und ist umständlicher beim Gebrauch. In Fig. 4. Tafel II. ist ein solches abgebildet, man kann es jedoch auch, was die Anbringung der Gegengewichte betrifft, einfacher und wohlfeiler konstruiren. Es besteht aus einem lackirten, blechernen, cylindrischen Gefäſs aa, welches auf einem blechernen Fuſs ruht; es hat einen hohlen Kern bb im Innern, um wenig Flüssigkeit zum Gebrauch nöthig zu haben (wie schon oben Seite 36 bei dem Quecksilbergasometer angegeben worden ist), durch welchen eine senkrechte Röhre aufsteigt, welche an der obern Fläche des Kerns bei c ausmündet. Der Zwischenraum zwischen den Gefäſswänden und dem Kern ist mit Wasser gefüllt, in welches ein anderes blechernes Gefäſs d von gleicher Form wie a, aber von einem wenig kleinern Durchmesser als letzteres, eintaucht; es ist unten offen, oben

mit einem horizontalen Deckel geschlossen. Zu beiden Seiten des Gefäſses a sind hohle, unten offene, Ständer e e, die oben durch ein gekrümmtes Querstück mit einander verbunden sind. In denselben sind 4 Rollen angebracht, über welche zwei Schnuren geschlagen, die an kleinen Haken auf dem Deckel des Gefäſses a mit dem einen Ende befestigt, am andern aber Gewichte tragen, die in den beiden vertikalen hohlen Ständern sich auf und ab bewegen können. Auf dem Deckel des Gefäſses d ist eine Stange befestigt, welche durch eine Oeffnung in dem obern Querstück der Ständer hindurchgeht, und mit einer Skala versehen ist, um den kubischen Inhalt des im Gasometer enthaltnen Gases stets zu messen. Die senkrechte Röhre c steht unter dem Boden des Gefäſses a mit einer horizontalen in Zusammenhang, welche auf der einen Seite in ein Hahnstück endet, auf der andern aber in eine an der Seitenwand des Behälters aufsteigende einmündet, welche gleichfalls mit einem Hahn zu verschlieſsen ist.

Soll dieses Gasometer gefüllt werden, so geschieht es also: Man schüttet Wasser in den Zwischenraum zwischen a und b, und drückt das Gefäſs d so weit herunter, daſs es unten aufsteht, während beide Hähne offen sind, wodurch alle im Behälter d enthaltne Luft ausströmen muſs. Ist es ganz von Luft befreit, so wird ein Hahn (gleichgültig welcher) geschlossen, an den andern aber das Gasleitungsrohr luftdicht angefügt, während die beiden Gegengewichte das Gewicht des Gefäſses d ins Gleichgewicht setzen. Wenn nun das Gas durch die Röhre c einströmt, so hebt es den Kasten d, da dessen Gewicht durch die Gegengewichte ausgeglichen, und an dem Stand des Maaſsstabs f sieht man das Volum des angesammelten Gases. Ist die Anfüllung beendet, so wird der Hahn verschlossen, und das Gas ist abgesperrt. Will man vom Gase Gebrauch machen, so muſs man auf den Deckel des Gefäſses d Gewichte aufsetzen, welche das Gas verdichten, und zu dem Ende der Röhre ausströmen machen, welches man geöffnet hat. Um Glocken etc. zu füllen, muſs man eine pneumatische Wanne haben, und ein anzuschraubendes biegsames Rohr von Zinn, welches unter die Brücke der Wanne geleitet wird; dies ist umständlicher, als bei dem *Pepys*'schen Gasometer.

Soll das Gasometer einfacher und wohlfeiler sein, wie *Watt* 1794 und später *Accum* ein solches angegeben haben, so lasse man den Kern weg, dann braucht man freilich mehr Wasser; zweitens nehme man statt der hohlen Ständer hölzerne Stiele, die an beiden Seiten des Gefäſses a in angelöthete Kapseln eingesteckt werden, und verbinde sie mit einem horizontalen Querholz. In der Mitte und an einem Ende des letztern bringt man Rollen an, und schlägt eine Schnur über beide, die man an drei Haken in

der Mittel des Gefäſsdeckels d befestigt, und am andern Ende mit einer Schale versieht, um Gewichte hineinlegen zu können, die zur Ausgleichung des Gewichts des Kastens d dienen. Durch Striche, die man mit Firniſs auf die Auſsenseite des Kastens d gezeichnet hat, kann man das Gasvolum, welches im Gasometer enthalten ist, leicht sichtbar machen. Es muſs endlich noch ausdrücklich erwähnt werden, daſs mit diesem Gasometer nur ein geringer Druck aufs Gas ausgeübt werden kann, weil, wenn der Druck etwas stärker wird, das Wasser in dem Zwischenraum zwischen a und b so hoch steigt, daſs es über den Rand des Gefäſses a läuft. Dies kann beim *Pepys*'schen Gasometer nie sich ereignen. — Ein Kastengasometer im gröſsern Maſsstab ist das auf Tafel III. Fig. 3. dargestellte.

In Ermangelung der Gasometer kann man Gasarten auch in Flaschen auf kurze Zeit aufbewahren; man füllt sie mit Gas, aber so, daſs 1 bis 2 Zoll hoch Wasser in der Flasche bleibt, pfropft sie unter Wasser mit Glaspfropfen und bewahrt sie umgekehrt auf. Will man, ohne Gasometer anzuwenden, ein Gas durch eine Löthrohrspitze ausströmen lassen, so bedient man sich dazu einer Tubulatglocke mit messingnen Tubulus, der innen konisch ausgeschmirgelt ist, und einer Blase mit einem Hahnstück versehen, welches gleichfalls vorn konisch gestaltet ist, und in den Ansatz der Tubulatglocke einpaſst, siehe Fig. 33. Tafel I. Man entleert die Blase von aller Luft, verschlieſst den Hahn und steckt das Hahnstück in die Tubulatur, füllt die Glocke mit Wasser und stellt sie auf die Brücke der Wanne, läſst in die Glocke Gas ein, öffnet dann den Hahn und senkt die Glocke in das Wasser der Wanne, so muſs das Gas in die Blase eintreten, und sie anfüllen, worauf man den Hahn verschlieſst. Soll das Gas ausströmen, so steckt man eine Röhre auf das Hahnstück (siehe die Figur), welche eine feine Mündung hat, und drückt die Blase mit den Händen zusammen.

Soll Wasser, oder andere Flüssigkeiten, mit Gasen geschwängert, imprägnirt werden, so geschieht dies entweder durch bloſses Hindurchleiten des Gases, oder man wendet einen *Woulf*ſchen Apparat an (siehe vorn Seite 30), oder auch einen Behälter mit Rührapparat, wie Fig. 4. Tafel IV. einen solchen im gröſsern Maſsstab für Chlor darstellt. Im einfachsten Fall leitet man Gas in eine mit Wasser gefüllte Flasche, und, nachdem sie sich zur Hälfte oder ⅓ mit Gas gefüllt hat, schüttelt man dieselbe nach dem Verpfropfen.

5) Apparate, welche zu Gasversuchen auſser den angeführten nothwendig gebraucht werden, sind:

a) Detonationsröhre, *Eudiomètre simple, Detonating jar,*

siehe Fig. 16. Tafel I., aus starkem, wohl gekühltem Glas gefertigt, graduirt, oben mit einer metallnen, aufgekitteten Fassung, durch welche und das Glas 2 Platindrähte luftdicht eingesetzt sind, die im Innern der Röhre einander sehr nahe gegenüber stehen. Man füllt diese Röhre mit den zu detonirenden Gasen und leitet den Funken einer geladnen elektrischen Flasche hindurch, indem man mit dem Knopf derselben den einen Draht berührt, während der andere durch eine Kette mit dem äuſsern Beläg der Flasche in leitender Gemeinschaft steht. Wie man eine solche Röhre mittelst einer Zwinge an die Quecksilberwanne befestigen kann, zeigt Fig. 1. Tafel II.

b) Wasserbildungsapparat durch Detonation von Knallluft, Fig. 29. Tafel I., nach *Newman's* Konstruktion aus starkem Glas mit einem Glaspfropfen oben, welcher durch einen mittelst Schrauben angedrückten Bügel festgehalten wird. Durch den Pfropfen gehen 2 Platindrähte hindurch. Das Instrument hat unten erst einen gläsernen Hahn, dann noch in der metallnen Fassung einen messingnen, und kann auf einen tellerförmigen Fuſs, so wie auf eine Glocke Fig. 30. geschraubt werden. Soll Wasser gebildet werden, so wird in der Glocke das nöthige Gasgemeng bereitet, der Apparat auf den Teller einer Luftpumpe geschraubt und bei geöffneten Hähnen luftleer gepumpt, die Hähne geschlossen, derselbe auf die Glocke geschraubt und die Hähne sämmtlich geöffnet, so füllt er sich mit Gas. Ist dies geschehn, so schlieſst man die letztern, schraubt den Apparat auf den tellerförmigen Fuſs und leitet einen Flaschenfunken hindurch, welcher eine Detonation bedingt. Hierdurch wird der Apparat von selbst wieder luftleer, so daſs man denselben Versuch, ohne vorher mit der Luftpumpe zu entleeren, wiederholen kann.

c) Eudiometer. Das auf Tafel I. Fig. 28. dargestellte ist das verbesserte *Volta*sche Eudiometer nebst Maſsröhre und Maſsgläschen, Fig. 42.; es wird hauptsächlich zur Untersuchung der atmosphärischen Luft angewendet. Es besteht aus einer starken cylindrischen Glasröhre, welche oben und unten mit einer messingnen Fassung versehen ist, an welche Hahnstücke und messingne Trichter geschraubt sind. Von der einen messingnen Fassung nach der andern geht ein Streifen Messing, auf welchem eine Eintheilung in Zolle und Linien gerissen ist. In der obern Fassung geht ein Messingdraht, durch eine Glasröhre isolirt, bis ins Innere des Glascylinders hinein, und biegt sich nach dem messingnen Hahnstück hinauf, so daſs er vom Metall etwa ½ Linie absteht; auswendig endigt er sich in ein Knöpfchen. Auf die Oeffnung des obern Hahnstücks, wo es sich in den Trichter erweitert, kann eine graduirte gläserne Maſsröhre, die unten eine messingne Fassung

hat, aufgesteckt oder geschraubt werden. Das Maſsgläschen Fig. 42. ist mit einer messingnen Fassung, die sich trichterartig erweitert, und mit einem messingnen Schieber versehen, welcher eine runde Oeffnung hat. Der Inhalt dieses Maſsgläschens, wenn es mit dem Schieber verschlossen ist, muſs zur Eintheilung der Maſsröhre in einem solchen Verhältniſs stehen, daſs z. B. der Raum des erstern in letzter in 10 oder 20 Theile getheilt ist.

Man füllt den Apparat mit destillirtem Wasser, stellt ihn auf die Brücke der pneumatischen Wanne, verschlieſst den obern, öffnet den untern Hahn, und füllt das zu prüfende Gas, welches erst in dem Maſsgläschen abgemessen worden, in denselben. Das Abmessen geschieht also: man füllt das Maſsgläschen mit Wasser, läſst das Gas ein, verschlieſst dasselbe mit dem Schieber, bringt es mit der Mündung nach oben unter den untern Trichter, öffnet den Schieber und läſst es einströmen; so macht man es auch mit dem andern Gas, welches mit hinzugesetzt wird, um eine Detonation zu bedingen. Darauf läſst man einen Funken von einer geladnen elektrischen Flasche durch den isolirten Draht schlagen, durch welchen das entzündliche Gasgemeng entzündet wird, und sich zu Wasser (etc.) umbildet, wodurch eine Raumesverminderung, also Aufsteigen von Wasser, stattfindet. Hat dies statt gefunden, so leitet man den Ueberrest der Gase in die oben in den mit Wasser gefüllten Trichter aufgesteckte, vorher mit Wasser gefüllte, Maſsröhre, indem man das ganze Instrument ins Wasser taucht, und dann den obern Hahn öffnet, worauf das Gas in dieselbe aufsteigt, während das Wasser herabsinkt. Man kann dann leicht die Menge des übriggebliebnen Gases in Theilen des Volums des Maſsgläschens ablesen, wenn man das Maſsrohr abschraubt und gehörig in Wasser eintaucht, wie bereits oben Seite 37 gelehrt worden ist.

VII. Apparate zum Erhitzen chemischer Geräthschaften.

1) Lampen und Lampenöfen, *fourneaux-lampes, lamps.* Man bedient sich der Spirituslampen vorzugsweise, weil sie nicht übel riechen, nicht blaken, und stärkere Hitze entwickeln, als gewöhnliche Oellampen, und nicht so leicht verunreinigen. Eine gläserne Spirituslampe mit gläserner Kappe zum dichten Verschluſs, wenn dieselbe nicht gebraucht wird, und der Spiritus nicht verdunsten soll, ist in Fig. 3. Tafel I. abgebildet. Ist aber eine stärkere Hitze nöthig, so wendet man eine nach *Argand*schem Princip konstruirte Spirituslampe, d. h. mit einem doppelten Luftzug und ringförmigen Docht, an. Da Oellampen von dieser Konstruktion allgemein verbreitet sind, so ist eine genaue Beschreibung der allgemeinsten Anordnung der Theile nicht nöthig, es soll nur von den

Digitized by Google

hauptsächlichsten Abweichungen von gewöhnlichen *Argand*schen Oellampen die Rede sein.

Der ringförmige Spiritusbehälter steht mit einem Querbehälter in Verbindung, der mit dem Raum, in welchem der Docht sich auf und ab schieben läfst, kommunicirt. Der ringförmige Behälter bietet aber keinen zusammenhängenden Raum dar, sondern ist durch den Querbehälter so getrennt, dafs der Spiritus aus ersterm in den letztern nur durch ein schräg abwärts steigendes Rohr eindringen kann. Dadurch wird verhindert, dafs beim Anzünden der Lampe eine Explosion entsteht, welche bei der gewöhnlichen Einrichtung der Glühlampen erfolgt, weil der Alkoholdampf, mit atmosphärischer Luft gemengt, eine Art Knallluft erzeugt, wodurch der Stöpsel der Oeffnung, durch welche der Alkohol eingegossen wird, herausgeworfen, und Spiritus brennend umhergeschleudert wird. Ist aber die Verbindung des Ringbehälters mit dem Docht blos durch das Rohr bedingt, so kann sich eine solche Entzündung des Alkoholdampfes nicht in den Ringbehälter erstrecken. Weil es, um eine starke Hitze hervorzubringen, nothwendig ist, dafs der Spiritusstand in der Lampe stets eine gleiche Höhe habe, so ist in den ringförmigen Behälter eine kleine Glasplatte eingesetzt, um den Stand des Spiritus nachsehen zu können. Das Auf- und Abbewegen des Dochtes geschieht durch eine Zahnstange und Getriebe. Man setzt einen Schornstein von dünnem Eisenblech über die Flamme. — Die Lampe wird an eine Gabel befestigt, welche an einem Querarm eines messingnen Trägers verschiebbar ist, wie Fig. 5. und 21. Tafel I. zeigen, und, mit Weglassung der Lampen, in den Figuren 7. und 9. Taf. I., Fig. 2. Taf. II. dargestellt ist.

Das Lampengestell ist theils möglichst dünn gearbeitet, wenn es dazu dienen soll, Glühungs- und Schmelzungsversuche mittelst der Lampe anzustellen, wo nur kleine Belastungen durch kleine Platintiegel und unbedeutende Gewichte zu schmelzender Substanzen angewendet werden, oder stärker, wenn man auf die Ringe des Lampengestells Kolben, Schalen legen will, und geringere Hitzegrade gebraucht. Einen Tiegel hängt man nicht unmittelbar in den aus dünnem Blech gefertigten Ring des Querarms eines Lampenstativs ein, wie in Fig. 21. gezeichnet ist, sondern man legt ein aus Eisendraht geflochtnes Dreieck auf den Ring, oder zieht den Draht durch drei Oeffnungen des Rings, so dafs dadurch ein dreieckiger Raum begränzt wird, in welchen man den Tiegel einhängt. Zur Erzeugung einer möglichst starken Hitze mufs auch die Lampe nach bestimmten Dimensionen gearbeitet sein, und ein gleich hoher Spiritusstand erhalten werden. Zum bequemen Abnehmen eines Tiegels dient die kleine gebogne Zange Fig. 18. Tafel I., oder eine lange Pincette.

Zum anderweitigen Gebrauch, wo Kolben, Retorten erhitzt werden sollen, müssen verschiedne mit gröſsern und kleinern Ringen versehene Querarme vorhanden sein, Ringapparat, um Geräthe von verschiednen Dimensionen aufnehmen zu können. Man stellt die Glasgefäſse theils unmittelbar auf die Ringe, und erhitzt sie durch das Lampenfeuer, oder sie werden in kleine, aus dünnem Eisenblech gefertigte, flache Schälchen, die mit feinem, gesiebten Sand angefüllt sind, gesetzt, damit sie nicht unmittelbar von der Flamme berührt werden, wie die Fig. 7. und 9. Tafel I. zeigen. Retorten pflegt man in Retortenhalter, Fig. 4. Taf. I., einzuklemmen und so über die Lampenflamme zu bringen, wie auch Fig. 5. derselben Tafel zeigt.

Die Oefen kann man in Oefen mit Luftzug, Windöfen, *fourneaux à vent, F. à reverbère, air or wind furnaces,* und in Gebläseöfen, *fourneaux à soufflet*, *blast furnaces* eintheilen. erstern gehören:

2) Tragbare Oefen, *fourneaux portatifs, portable air furnaces.* Man hat auf mancherlei Weise tragbare Oefen zu chemischen Zwecken eingerichtet, um Schmelzungen, Destillationen, Sublimationen etc. verrichten zu können. Eine Art solcher Oefen wird aus Reiſsbleitiegeln gefertigt, wie Fig. 15. Tafel I. zeigt. Ein solcher Tiegel wird mit einem Rost versehen, mit 2 Oeffnungen über und unter demselben, die mit eisernen, mit Thon und Lehm beschlagnen, Thüren geschlossen werden. Will man denselben zum Abdampfen brauchen, so legt man ein eisernes Dreieck auf den Rand des Ofens und stellt auf dieses die Abdampfschale, oder man nimmt eine Scheibe Eisenblech, in welche 2 oder 3 kleine Oeffnungen geschnitten sind, um Schälchen aufzustellen. Will man schmelzen, so wird auf den Rost ein aus feuerfestem Thon gefertigter Untersetzer, *fromage, tourte, crucible stand,* für den Tiegel gelegt, auf diesen der Tiegel gestellt, und auf den Tiegelofen ein zweiter groſser Tiegel, der an seiner Mündung mit einem eisernen Ring mit breitem Rand, und im Boden mit einem 3 Fuſs langen eisernen Rohr versehen ist, Kuppel, *dôme*, so aufgestellt, daſs derselbe mit seiner breiten Oeffnung auf dem untern aufsteht, Kuppelofen. Um diese Tiegel heben zu können, sind eiserne Bänder mit Handhaben umgelegt, oder an dem Rauchrohr eiserne Haken angenietet. Groſse Hitze kann man so allerdings nicht hervorbringen, weil das Rohr zu kurz, und die Wärme nicht genug zusammengehalten ist. Soll über freiem Feuer destillirt werden, so hat man einen Tiegelofen, welcher einen Ausschnitt für den Hals der Retorte hat, die man, ist es eine irdne, auf einen irdnen Untersatz stellt, oder, wenn es eine gläserne ist, in einen aus Eisendraht

geflochtnen Korb hängt, welcher an den Rand des Ofens befestigt ist.

Zu einer Destillation, oder Sublimation, Gasentwickelung, wo mäſsige Wärme nöthig, und das Gefäſs mit der Flamme nicht in Berührung kommen soll, bedient man sich aus starkem Eisenblech gefertigter Sandkapellen, die man von dem Ofen mittelst 2 Handhaben abnehmen kann, in welche die Kolben, Retorten eingelegt werden, wie Fig. 15. zeigt. Um Zug zu bedingen, sind im ebnen Theil der blechernen Kapelle 3 Oeffnungen angebracht, welche mit Schiebern, Registern, *registres, dampers,* verschlieſsbar sind. Man kann auch ein Sandbad auf einen solchen tragbaren Ofen einrichten, wenn man einen runden Kasten aus Eisenblech fertigen läſst, welcher auf den Ofen nicht unmittelbar aufsteht, sondern mit 3 niedrigen Füſsen auf dem Rand aufliegt, um den Luftzug nicht unmöglich zu machen.

Auſserdem fertigt man auch tragbare Oefen aus Charmottmasse, (feuerfestem Thon, aus welchem die Kapseln für die Porzellan- und Steingutfabriken gemacht werden), von jeder beliebigen Form, wie sie besonders in Frankreich sehr gebräuchlich sind. (Man sehe *Thénard* oder *Dumas Traité de Chimie.*) Oder man konstruirt tragbare Oefen von starkem Eisenblech, mit 3 Beinen, und beschlägt sie inwendig mit Charmottmasse, damit die Wärme zusammengehalten werde, und das Eisen nicht durchbrenne; diese kann man ebenfalls zu allen Zwecken vorrichten.

Röhrenöfen sind Oefen, welche vorgerichtet sind, um Röhren von Porzellan oder Eisen (Flintenläufe) durch dieselben ins Glühen zu bringen. Ein solcher ist Fig. 38. Tafel I. abgebildet; er ist länglich viereckig, von Eisenblech mit Charmottmasse ausgeschlagen, hat ungefähr in der Mitte seiner Höhe einen Rost, unter demselben einen Aschenfall mit Thür. Man stellt auf denselben eine pyramidalisch zulaufende, in ein Rohr sich endigende Kuppel, die ebenfalls mit Thon ausgeschlagen und mit einer Thür zum Nachlegen von Kohlen versehen ist. Will man dünne Röhren einlegen, für welche die kreisförmigen Ausschnitte in den beiden schmalen Seitenwänden zu weit sind, so steckt man aus Eisenblech gefertigte Futter ein, welche konisch geformt sind und engere Mündungen haben. Alles Uebrige wird aus der Zeichnung deutlich.

Black's Universalofen von verbesserter Konstruktion nach *Knight*, zu allen möglichen chemischen Arbeiten anwendbar, ist auf Tafel II. Fig. 10, 11, 17, die dazu gehörigen Theile in Fig. 18, 19, 23. abgebildet. Er ist auf Holzkohlen- und Coakfeuerung eingerichtet, aus starkem Eisenblech länglich eirund konstruirt, so daſs seine Länge gröſser, als seine Breite. Er enthält einen cy-

Digitized by Google

lindrischen Feuerraum, *fire-place,* der von Blech gefertigt mit feuerfestem Thon beschlagen ist, und oben in eine ovale Rauchröhre durch einen gleichfalls ausgeschlagnen Fuchs mündet. Der Feuerraum hat überall gleiche Weite, der Aschenfall, *ash-pit* und Aschenbehälter nimmt aber die ganze Tiefe des Ofens ein. An der vordern Seite befinden sich 3 Oeffnungen, von denen die oberste dient um eine Muffel einzusetzen, (von dieser und dem Gebrauch derselben sogleich mehr), oder auch wohl, wenn dies nicht geschieht, um Brennmaterialien zuzubringen, zu welchem Zweck eigentlich die zweite Oeffnung bestimmt ist; die dritte dient die Luft eintreten zu lassen, den Zug zu reguliren, und die Asche auszuziehen. Die beiden obern Oeffnungen sind oben rund ausgeschnitten, man kann sie durch mit feuerfestem Thon beschlagne eiserne Thüren schlieſsen. An beiden Seitenwänden sind runde Löcher zu sehen, die dazu dienen, Röhren hindurchzustecken, wenn man dieselben glühend machen will; sonst sind sie mit Thonstöpseln und Thürchen verschlossen. Auf die Mündung des runden Feuerraums kann man eine Sandkapelle Fig. 18. aufsetzen, wenn man Kolben einlegen will; ein flaches Sandbad von Eisenblech, um zu digeriren, zu trocknen, abzudampfen; einen guſseisernen Deckel, Fig. 19., welcher in der Mitte eine Oeffnung hat, die man mit einem Thonstöpsel verschlieſsen kann, wenn man schmelzen, und endlich verschiedne eiserne Ringe, die in einander greifen, Fig. 23, wenn man Schüsseln zum Abdampfen über freiem Feuer aufsetzen will.

Am bequemsten stellt man einen solchen Universalofen auf einen niedrigen Unterbau von Ziegeln, an einen Schornstein so an, daſs das eiserne Rauchrohr in letztern einmündet. Soll er aber zum Transportiren eingerichtet sein, so muſs er mit 3 Rollen versehen werden. Dieser Ofen, welcher in England sehr gebräuchlich ist, verdient in jeder Beziehung sehr empfohlen zu werden.

M u f f e l o f e n, P r o b i r o f e n, *Fourneau à coupelle, assay-furnace,* wird theils aus Eisenblech, oder Guſseisen gefertigt, und mit feuerfestem Thon ausgeschlagen, theils aus Charmottmasse. Fig. 13. Tafel II. stellt einen solchen in der Vorder- und Fig. 14. in der Seitenansicht im Durchschnitt dar. Er steht auf einem gemauerten Aschenfall, ist viereckig, nach oben zu in eine pyramidale Kuppel auslaufend, die Haube mit dem Rauchrohr ist abzuheben, weshalb Handhaben an letzteres angebracht sind; der Rost liegt auf gleicher Ebne mit dem Mauerwerk, auf welchem der Ofen aufgestellt ist. Die über dem Rost angebrachten Oeffnungen vorn und zu beiden Seiten, mit Schiebern verschlieſsbar, dienen den Zug zu reguliren. Auf quer durch den Ofen von vorn nach hinten gehenden Eisenstäben ruht die M u f f e l, *moufle, muffle,*

ein entweder aus Guſseisen, oder (hessischer) Tiegelmasse gefertigtes Gefäſs, welches in Fig. 21. besonders gezeichnet ist; man hat zu bestimmten Zwecken Muffeln mit und ohne Seitenöffnungen, wie aus der Zeichnung in Fig. 14. und 21. hervorgeht. Die Muffeln müssen vorn durch 2 Schieber verschlossen werden können, so wie auch zwei eiserne Träger vor der Mündung angebracht sind, um auf dieselben ein Stück Blech zu legen, auf welches, wenn man Proben aus der Muffel zieht, diese gelegt werden können. An dem pyramidalen Theil des Ofens, der Kuppel, sind ebenfalls drei Register mit Schiebern, um dadurch den Zug modificiren zu können.

Man gebraucht den Probirofen um theils Silberproben zu machen, theils andere Prüfungen, durch Oxydation, Verflüchtigung. Zu dem Ende bringt man die zu bearbeitenden Materialien in Röstscherben, Testen, *têt,* oder in Kapellen, *coupelle, cupel* in die Muffel; erstere sind flache, aus feuerfestem Thon gefertigte, runde Schälchen, oder becherartig, oder birnförmig gestaltete Gefäſse, dann nennt man sie Probirtuten; letztere, die Kapellen, Fig. 15, sind flache, aus gesiebter Holzasche gemengt mit Knochenasche mittelst einer eignen Form gepreſste Schälchen, deren man sich ganz besonders zum Feinbrennen, Kupelliren, Abtreiben des Bleies und Kupfers vom Silber bedient. Man verfertigt die Kapellen mittelst des Mönchs, *moine,* und der Nonne, *none,* letztere ist eine aus Messing gedrehte cylindrische Form, oben und unten offen, man stellt sie auf einen Tisch, füllt sie mit obigem Gemeng, welches ein wenig angefeuchtet worden ist, und drückt den Mönch hinein, einen messingnen Stempel, mit einer halbkugelförmigen Endigung, mittelst welcher die schüsselförmige Grube hervorgebracht wird. Einige Schläge mit einem hölzernen Hammer geben der zu fertigenden Kapelle die nöthige Festigkeit.

3) Tiegelöfen, *fourneau de fusion, wind furnace, melting or founders furnace.* Sie sind auch für chemische Laboratorien sehr nützlich, so wie für Gieſsereien und Guſsstahlfabriken unentbehrlich; siehe Fig. 16. Tafel II. Der Feuerraum ist cylindrisch, der Durchmesser wenigstens 8 Zoll im Lichten, aus mehrern Kreissegmenten von Charmottmasse, 2¼ Zoll dick, gebildet; er hat 18 Zoll Tiefe bis zu den Roststäben, einen Aschenfall, *cendrier, ash-pit* von einigen Fuſs Tiefe, am besten bis in einen unter dem Laboratorio befindlichen Kellerraum verlängert, weil dann der Zug, aus bekannten physikalischen Gründen, sehr stark ist. Unter der Mündung des Feuerraums, welcher mit einer Platte von Charmottmasse bedeckt wird, geht ein Fuchs, *rampant, flue* nach dem Rauchrohr, welches aus Mauerwerk, mit einem Schieber versehen, in einen Schornstein einmündet; der Fuchs ist gleichfalls aus

aus Charmottsteinen konstruirt, 2½ Zoll hoch und 5½ Zoll breit. Nicht selten ist die Mündung des Feuerraums oben zugeschrägt, und mit einem eisernen Deckel, welcher mit feuerfestem Thon ausgefüttert ist, bedeckt; diesen kann man, da er sich um eine Axe drehen läſst, mittelst einer Kette und eisernen Rolle aufziehen. Bei Gieſsereien liegen die Mündungen der Tiegelöfen meistens im Niveau der Hüttensohle, wie dies auch bei den Messingwerken der Fall ist. Einen Tiegelofen kann man auch sehr leicht als Muffelofen gleichzeitig gebrauchen (vergleiche hiermit *Black*'s Universalofen), so wie zu andern Operationen, wo nicht selten schleunige Verminderung der Hitze nöthig ist; dies kann dadurch hervorgebracht werden, daſs man den Rost um eine Angel drehbar macht (dann muſs aber der Feuerraum quadratisch und nicht cylindrisch sein), so daſs er sich durch Wegziehen eines eisernen Trägers herabklappen läſst, worauf alle Kohlen in den Aschenfall fallen, was man auch sonst durchs Wegziehen einiger Roststäbe, vom Aschenfall aus, erreichen kann.

4) Schmelzofen mit Gebläse, *fourneau à courant d'air forcé, blast furnace.* Nach dem bekannten *Broling*schen Ofen ist der auf Tafel II. Fig. 24. gezeichnete Schmelzofen von *Berzelius* angegeben worden. Er besteht aus zweien Cylindern von Eisenblech, die in einander so gefügt sind, daſs sie überall gleich weit abstehen. Beide sind oben luftdicht durch einen blechernen Kranz verbunden; der innere Cylinder ist ringsherum und auf dem Boden mit einer 2 Zoll starken Lage Charmottthon ausgeschlagen. Ueber dem Boden des innern Cylinders sind 8 Löcher in einem horizontalen Kreis, von einander gleich weit abstehend, im Blech und dem Charmottbeschlag angebracht, durch welche die im Zwischenraum zwischen beiden Cylindern sich befindende, durch eine am Boden angesetzte Röhre mittelst eines Blasebalgs zugeführte, Luft in den Schmelzraum eindringt. Man stellt den Tiegel auf einen gehörig hohen Untersetzer aus Charmottmasse, und füllt den Feuerraum mit glimmenden Holzkohlen oder Coaks von gleicher Gröſse, z. B. von 1 Kubikzoll, die man mittelst grober Drahtsiebe von den kleinern und gröſsern Kohlenstücken trennt. Nach Versuchen kann man in einem Schmelzofen, nach den gezeichneten Dimensionen konstruirt, in 20 Minuten ½ Pfund Feldspath schmelzen, so wie Eisen leicht in Fluſs bringen.

Zu jedem Schmelzofen gebraucht man Zangen; die einfachsten sind die geraden mit Handgriffen, *fer à moustache,* ganz ähnlich den Brenneisen der Friseure gestaltet, oder unter einem rechten Winkel gebogen, wie Tafel II. Fig. 22, *pince à creuset,* oder gerade, mit langen Stielen und gebognen Klauen, wie Fig. 12. zeigt.

5) Flammöfen, *Fourneaux à reverbère,* werden auch wohl

zu chemiſchen Arbeiten in Laboratorien gebraucht, um gröſsere Quantitäten, als in gewöhnlichen Tiegelöfen geſchehen kann, zu röſten, zu ſchmelzen, zu reduciren. Je nach dem verſchiednen Zweck, den man durch das Feuer im Ofen erreichen will, müſſen der Heerd, das Gewölbe, der Schmelzraum verſchiedne Dimenſionen erhalten, wovon unter „Einleitung zu den Metallen" das Nähere folgen wird.

6) Keſſelfeuerungen ſind Feuerungen mit Roſten auf Torf am wohlfeilſten eingerichtet, mit einer guſseiſernen Deckplatte, in welcher weite, runde Oeffnungen ausgeſchnitten ſind, um Keſſel aufſetzen zu können; der Zug geht durch Füchſe, die man einzeln durch Schieber muſs abſperren können, in den nahen Schornſtein. Um auch kleinere Keſſel auf dieſelbe Oeffnung ſetzen zu können, iſt ein Satz guſseiſerner Ringe nöthig, ſiehe Fig. 23. Tafel II., mittelſt welcher beliebig die letztere verengert werden kann. — (Blaſenfeuerungen für Deſtillirblaſen, auf Torf-, Holz- oder Kohlenfeuerung angelegt).

7) Kapellenöfen, Roſtfeuerungen auf Torfheitzung erbaut, mit einer guſseiſernen halbkuglichen Kapelle, in welcher ein Ausſchnitt für den Hals der Retorte angebracht ſein muſs. Die Kapelle wird ſo eingeſetzt, daſs ſie mit ihrem flachen umgebognen Rand auf dem Gemäuer aufliegt, von allen Seiten vom Feuer umſpült wird. Die Retorte muſs von dem Boden 1 Zoll, von den Wänden der Kapelle etwa 2 bis 4 Linien abſtehen, welcher Raum mit feinem, geſiebten, trocknen Sand angefüllt wird; der Hals muſs durch den Ausſchnitt der Kapelle und der Umfaſſungsmauer ſchräg herabſteigen, aber ſeitwärts von der Heitzthür. Zum Anbringen einer Vorlage muſs ein Vorbau aus Werkſtücken angebaut werden, auf welchem dieſe ruht, und zum Abfluſs des Condenſationswaſſers, welches während der Deſtillation ſtets aufgetröpfelt wird, eingerichtet ſein, zu welchem Ende man die Oberfläche des Vorbaues nach der Mitte zu trichterartig vertieft, und das ſich anſammelnde Waſſer durch ein abfallendes Rohr abführt.

8) Galeerenofen nennt man einen langen Zugofen, in welchem zwei Reihen Deſtillirgefäſse zu beiden Seiten eingelegt werden; am einen Ende befindet ſich die Heitzöffnung und der Aſchenfall, am andern Ende der Schornſtein. Es lagern dieRetorten theils in Kapellen, wie auf Tafel IV. Fig. 5., oder ſie werden dem freien Feuer ausgeſetzt, wie die irdnen Kolben bei der Deſtillation des Vitriolöls, wie Fig. 6., 7., 8. derſelben Tafel zeigen. Das Nähere ergiebt ſich aus der Anſchauung der Zeichnungen, deren Beſchreibung ſpäter vorkommen wird.

9) Sandbadofen, Digeſtorium, *fourneau à bain de sable, furnace for the sand-bath*, eine Roſtfeuerung, welche einen

gufseisernen, mit feinem, gesiebten Sand gefüllten Kasten heitzt, in welchem man Abdampfschalen, Kolben aufstellt.

10) Trocknenöfen, *étuves*, werden meist nach dem Prinzip unsrer Stubenöfen, nur bedeutend gröfser, aus Kacheln mit hin und her gehenden Zügen erbaut, so dafs zwischen den einzelnen Zügen mit blechernen Thüren verschliefsbare Räume gebildet werden, in denen man die zu trocknenden Gegenstände, chemischen Präparate, Niederschläge, Pflanzen- und Thierstoffe ausbreiten kann. Oder man heitzt Kammern mit heifser Luft, und bringt in denselben Gerüste an, um auf hölzernen Rahmen, die mit Flechtwerk ausgefüllt sind, in verschiednen Höhen die zu trocknenden Gegenstände der warmen Luft auszusetzen. Dann mufs aber auch ein verschliefsbarer Kanal in der Decke angebracht sein, um die mit Wasserdampf gesättigte warme Luft abzuführen. Man hat auch kleine Trocknenapparate, die mit einer *Argand*schen Lampe geheitzt werden, *étuve à quinquet*, oder mittelst Dampf, *étuve à vapeur*. Es läfst sich auch ein und dieselbe Feuerung zum Erhitzen eines Sandbads und eines Trocknenraums zugleich benutzen. (Siehe Péclet's oben angeführtes Werk).

Als Brennmaterial wendet man, wie schon öfters erwähnt worden ist, sowohl Torf, Holz-, als Steinkohlen, Coaks an, letztere von möglichst wenig Aschengehalt. Sehr wichtig ist es, dafs alle Kohlen eine gleiche Gröfse besitzen, um einen möglichst hohen Hitzegrad hervorzubringen (vergl. Seite 49.). Sehr oft gebraucht man einen Blasebalg, theils um in einen Schmelzofen Luft einzublasen, theils auch um Feuer schnell anzufachen; zu dem Zweck hat man einen grofsen Schmiedeblasebalg, oder von der Konstruktion der Orgelbälge, auch kleine Handbälge.

11) Endlich reiht sich an die Apparate, um Hitze zu chemischen Zwecken zu erzeugen, auch noch das Löthrohr, *chalumeau, blowpipe,* an. Es giebt verschiedne Gestalten, unter welchen man das Löthrohr dargestellt hat, diese findet man in *Berzelius's* Werk über das Löthrohr, zweite Auflage, Nürnberg 1828, genau beschrieben und abgebildet; hier wird nur von einer Art die Rede sein, welche auf Tafel I. Fig. 31. dargestellt ist. Es besteht aus einem konisch sich verengenden Rohr, von etwa 6 bis 8 Zoll Länge, einem kleinen cylindrischen Luftbehälter, in welchem ersteres sich einmündet, und der Ausblasespitze, durch welche die im Behälter angesammelte Luft ausströmt. Man verfertigt die Löthröhre aus Messing, auch wohl aus Silber, und setzt auf die Ausblaseröhrchen kleine Platinspitzen auf, welche lange brauchbar bleiben, während messingne Spitzen ausbrennen, und die Mündungen der Röhrchen durch den Gebrauch sich erweitern. Man mufs zwei Spitzen haben, eine mit einer gröfsern, eine zweite mit

einer kleinern Oeffnung, um dadurch den Luftstrom reguliren zu können, wie es zu verschiednen Zwecken nöthig ist. Das Löthrohr ist jetzt ein ganz unentbehrliches Instrument in der Hand des Chemikers, um im Kleinen bedeutende Hitzegrade hervorzubringen, um Körper auf ihr Verhalten in der Hitze, beim Zusammenbringen mit verschiednen Fluſsmitteln zu prüfen, um sie zu oxydiren und zu desoxydiren, welches davon abhängt, in welchen Theil der durchs Löthrohr angeblasnen Flamme man den Körper hält, und welche Oeffnung der Löthrohrspitzen man anwendet. Die Flammen, deren man sich zu Löthrohrversuchen bedient, sind theils Oelflammen, wozu Baumöl vorzüglicher anwendbar, als Rüböl, theils Spiritusflammen, wenn Glaskölbchen, Röhren erhitzt werden sollen, weil die Spiritusflammen keinen Ruſs ansetzen; sie geben aber nicht gleiche Hitze wie Oelflammen. Zu einem vollständigen Löthrohrapparat gehören vielerlei kleinere Apparate, welche aufgezählt, beschrieben und abgebildet in dem angeführten Werk von *Berzelius* zu finden sind.

Statt des Löthrohrs kann man auch künstliche Gebläse, wie das *Pepys*'sche oder *Watt*'sche Gasometer gebrauchen, welche man theils mit atmosphärischer Luft, theils mit Sauerstoffgas füllt; hier reiht sich auch das Knallgasgebläse an, von welchem beim Artikel „Wasserstoff" das Nähere.

VIII. Anderweitige Apparate, Vorrichtungen zu chemischen Versuchen, die in den vorigen Rubriken keinen Platz gefunden.

1) Hölzerne Träger, *supports, stands*, mit hoch und niedrig zu stellenden runden Holzplatten, wie in Fig. 9. Tafel I. ein solcher gezeichnet ist; sie müssen verschiedne Höhen haben, auch Teller, welche schüsselförmig vertieft sind.

2) Hölzerne Stative, um kleine Reagenzgläser, *test glaſses*, aufzustellen; sie sind auf 2 oder 3 Reihen Gläser eingerichtet, welche übereinander terassenartig aufgestellt werden, so daſs die stärkern unten, und die dünnern oben stehen. Die Reagenzgläser werden aus Glasröhren geblasen, sie haben 4 bis 6 Zoll Länge, 3 bis 6 Linien im Durchmesser; man stellt in ihnen kleine Präcipitationsversuche, überhaupt chemische Untersuchungen im Kleinen, bequem an, kann auch über der Spirituslampe Flüssigkeiten in ihnen kochend machen, da sie aus dünnem Glas gefertigt sind.

3) Kleinere und gröſsere Cylindergläser, Weingläser mit gebognem Rand, Glasplatten und Uhrgläser zum Bedecken derselben; Glasröhren von verschiednem Durchmesser und Stärke, gerade und verschieden gebogene; Porzellanröhren, Flinten-

läufe; **Glasstäbe**, dünnere und stärkere, von verschiednem Kaliber, an den Enden theils vor der Glasbläserlampe gerundet, theils mit einer Feile von dem scharfen Rand befreit, abgeschliffen.

4) Da das Biegen von Röhren, Anfertigen von kleinen Kölbchen, Retörtchen etc. sehr oft vorkommt, so muſs zu diesem Behuf entweder ein **Glasblasetisch**, wie ihn die Glaskünstler haben, mit gutem Blasebalg, der mit dem Fuſs bewegt wird, und Oellampe, *lampe d'émailleur, glas blower's lamp,* im Laboratorio aufgestellt sein, oder man bedient sich dazu einer mit Weingeist gefüllten Aeolipila, deren Dämpfe, durch eine Flamme entzündet, Hitze genug entwickeln, um Glas zu biegen und zu schmelzen. Zu demselben Zweck dient auch die Glühlampe.

Ueber chemische Apparate siehe *Thénard Traité de chimie Tome* 5, *Description des appareils.* Deutsche Uebersetzung von *Fechner* (1828). — *Gray Traité pratique de chimie Tome I.* Deutsche Uebersetzung (1829). — *Dictionnaire technologique* Artikel „*Appareil, Fourneaux, Laboratoire.*" — „Das Laboratorium, eine Sammlung von Abbildungen und Beschreibungen der Apparate zum Behuf der Chemie." Weimar.

Die mehrsten hier genannten Glasapparate, so wie sämmtliche physikalisch-meteorologische Instrumente sind stets vorräthig und werden in allen Gattungen aufs beste angefertigt von *J. G. Greiner jun.* in Berlin, Friedrichsgracht No. 49. Auch findet man in der Handlung chemischer und pharmaceutischer Geräthschaften von *I. F. Luhme & Comp.*, Kurstraſse No. 45., alle Apparate vorräthig, vom kleinsten bis zum gröſsten, welche zu chemischen Versuchen nöthig sind; man kann auch vollständige Reagenziensammlungen daselbst erhalten.

IX. Angabe einiger Kitte, Beschläge.

Zu vielen chemischen Arbeiten, theils um Apparate mit einander luftdicht zu verbinden, theils Geräthe vor der unmittelbaren Einwirkung der Flamme zu schützen, sind **Kitte**, **Beschläge**, *luts infusibles, fire lutes,* nöthig, von denen hier einige Angaben folgen.

1) Zum Verkleben von Fugen dienen folgende Massen:

Mehlkleister, oder **Stärkekleister**, *lut ordinaire,* welchem man noch etwas Leimauflösung zusetzt. Man streicht diesen Kleister auf Papierstreifen, und legt diese bei Destillationen um die Fugen, welche dadurch, wenn nicht Säuren, und andere scharfe Stoffe destillirt werden, hinlänglich verschlossen werden. Man setzt auch wohl Leinsaamenmehl unter Stärkekleister, und überzieht damit die Korkstöpsel. Aus bloſsem Leinsaamenmehl und dünner Leimauflösung erhält man ein sehr gutes Lutum, welches gegen Säuren, Ammoniak steht.

Fetter Kitt, *lut gras,* wird aus Leinölfirniſs und fettem Thon gemischt, bis die Masse gehörig steif ist; er widersteht den sau-

ren Dämpfen sehr gut, klebt auf allen Materialien, wenn sie nur trocken sind, fest, so wie aber Feuchtigkeit irgend zwischen die Schichten des Kitts sich eindrängt, so bindet er nicht mehr. Man kann diesen Kitt im Keller aufbewahren, und sollte er etwas zu hart geworden sein, mit einem Zusatz von Terpenthinöl umstoſsen.

Harzkitt, *lut resineux*, aus Harz und Ziegelmehl; er wird warm aufgetragen, erträgt aber natürlich keine groſse Erwärmung ohne weich und flüssig zu werden. — Wachskitt, Klebwachs, *cire à luter*, aus gelbem Wachs und $\frac{1}{8}$ Terpenthin zusammengesetzt; fügt man noch etwas Harz zu, so wird die Masse härter. Für Gasentwickelungen brauchbar, wenn die Gefäſse nicht bedeutend warm werden.

Gypskitt, aus gebranntem Gyps mit Wasser oder Leimwasser angerührt, wird auf Leinwandstreifen aufgetragen, und schnell angelegt, weil er sonst hart wird und nicht mehr bindet. — Kalkkitt aus gebranntem Kalk und Eiweiſs, oder wohlfeiler Leimauflösung gefertigt; beide Kitte sitzen sehr fest, und ziehen schnell an. — Einen sehr festsitzenden und hartwerdenden Kitt erhält man aus Gummiauflösung, Thon und Eisenfeilspähnen. — Käsekitt aus frischem Käse und gelöschtem Kalk.

2) Zum Beschlagen.

Beschlag für Oefen: 10 Theile Thon, 15 Ziegelmehl, 4 Hammerschlag, 1 Kochsalz, $\frac{1}{4}$ Kälberhaare; diese Materialien werden mit wenig Wasser gehörig untereinander gemengt und steif aufgetragen. — Beschlag für Retorten: 10 Theile feuerfester Thon (Charmottthon), 1 Th. gemeiner Töpferthon, 2 Th. grober Sand, $\frac{1}{16}$ Pferdeäpfel; alles wird wohl mit Wasser angeknetet, und so gleichförmig wie möglich aufgetragen, indem alle beim Trocknen entstehenden Risse mit den Händen zugedrückt werden. Ueber die erste Lage, wenn sie trocken ist, trägt man eine zweite auf, bis der Beschlag wohl 3 Linien dick ist. Ferner: gleiche Theile Thon und fein gepulverte Porzellankapseln, zu einem steifen Brei gemacht. (Vergleiche den Artikel „Cäment" unter Kalk).

Digitized by Google

Anhang.

1. Tabelle
über die preuſsischen Längen-, Körpermaſse und Gewichte, nach der Maſs- und Gewichtsordnung vom 16. Mai 1816.

I. Längenmaſs.

1 preuſs. Fuſs (gleich mit einem brandenb. oder rheinländischen)
= 139,13 pariser Linien
= 0,96618 » Fuſs
= 1,0297218 englischem Fuſs
= 0,313853 Mètre

1 » Elle = 25$\frac{1}{2}$ preuſs. Zoll
= 295,65 paris. Linien
= 666,94 Millimètre
= 0,555782 franz. Aune
= 0,72938629 Imperial Yard

1 » Ruthe = 12 preuſs. Fuſs, = 3,766243 Mètres
1 » Meile = 2000 » Ruthen, = 7532,5 Mètres
1 » Faden = 6 preuſs. Fuſs
1 » Lachter = 80 » Zoll.

II. Flächenmaſs.

1 » Morgen = 180 □ Ruthen = 25,53226 Ares
1 » □Ruthe = 14,18459 □Mètres.

III. Körpermaſs.

1 » Kubikfuſs destill. Wassers wiegt bei 15° R. 66 preuſs. Pfund
1 » Kubikzoll » » » » 1$\frac{2}{9}$ » Loth
1 » Scheffel = 3072 preuſs. Kubikzoll = $\frac{16}{9}$ pr. Kubikfuſs
= 2770,742 paris. » = 54,9615 Litres
1 » Metze = 192 preuſs. »
= 173,17 paris. »
1 » Tonne = 4 preuſs. Scheffel
1 » Tonne Leinsaat = 37$\frac{2}{3}$ preuſs. Metzen
1 » Klafter, d. i. ein Raum von 6 F. Länge, 6 F. Breite, 3 F. Höhe, = 108 preuſs. Kubikfuſs
1 » Haufen = 4$\frac{1}{2}$ Klafter = 486 preuſs. Kubikfuſs
1 » Schachtruthe = 144 preuſs. Kubikfuſs.

Hiernach sind:

9 » Scheffel = 16 preuſs. Kubikfuſs
9 » Tonnen = 64 » »

Winspel.	Malter.	Scheffel.	Viertel.	Metzen.
1	2	24	96	384
	1	12	48	192
		1	4	16
			1	4

1 preuſs. Quart = 64 preuſs. Kubikzoll = $\frac{1}{3}$ Metze = $\frac{1}{27}$ Kubikf.
= 57,724 paris. » = 114,5 Centilitres.
= 0,2520181 Imperial Gallon
1 » Quart destill. Wassers wiegt bei 15° R. = $78\frac{2}{9}$ preuſs. Loth.
Demnach sind:
27 » Quart = 1 preuſs. Kubikfuſs.

Weinmaſs.

Oxhoft.	Ohm.	Eimer.	Anker.	Quart.	Kubikzoll.
1	$1\frac{1}{2}$	3	6	180	11520
	1	2	4	120	7680
		1	2	60	3840
			1	30	1920
				1	64

Biermaſs.

Gebräude.	Kufen.	Faſs.	Tonnen.	Quart.
1	9	18	36	3600
	1	2	4	400
		1	2	200
			1	100

IV. Gewicht.

1 preuſs. Pfund = dem Gewicht $\frac{1}{66}$ Kubikf. destill. Wassers bei 15° R.
1 » » = 467,71131 Grammes
1 » » = 1,031236623 Avoir du pois pound
1 » » = 1,253238952 Troypound
1 » Loth = 14,615978 Grammes
1 » Quentchen = 3,653994 »
1 » Grän = 0,811998 »
1 » Karat = 0,0140625 preuſs. Loth = $\frac{9}{160}$ preuſs. Quentchen
= 0,205537 Gramme.

Zentner.	Pfund.	Mark.	Loth.	Quentchen.	Grän.
1	110	220	3520	14080	63360
	1	2	32	128	576
		1	16	64	288
			1	4	18
				1	$4\frac{1}{2}$

1 preuſs. Medicinalpfund = 24 pr. Loth = $\frac{3}{4}$ Pfd. bürgerl. Gewichts
= 350,78348 Grammes.

Pfund.	Unzen.	Drachmen.	Scrupel.	Gran.	pr. Loth.
℔	℥	ʒ	℈	gr.	
1	12	96	288	5760	24
	1	8	24	480	2
		1	3	60	$\frac{1}{4}$
			1	20	$\frac{1}{12}$
				1	$\frac{1}{240}$

1 preuſs. Schiffslast = 4000 preuſs. Pfund.

---

2. Vergleichung

der franzöſischen und engliſchen Maſse und Gewichte mit den preuſsiſchen, nach *Eitelwein.*

(Verhandl. d. Vereins z. Beförd. d. Gewerbfl. in Preuſs., 1827. S. 241.)

I. Franzöſische Maſse und Gewichte.

1) Längenmaſse.

1 Myriamètre. . .	=	10000 Mètre	=	2655,166	preuſsische	Ruthen
1 Kilomètre. . . .	=	1000 »	=	265,5166	»	»
1 Hectomètre. . .	=	100 »	=	26,55166	»	»
1 Decamètre . . .	=	10 »	=	31,86199	»	Fuſs
1 Mètre			=	3,186199	»	»
			=	38,234388	»	Zoll
			=	0,265516	»	Ruthen
1 Decimètre . . .	=	$\frac{1}{10}$ »	=	3,82349	»	Zoll
1 Centimètre. . .	=	$\frac{1}{100}$ »	=	4,58813	»	Linien
1 Millimètre . . .	=	$\frac{1}{1000}$ »	=	0,4588	»	»
1 Pied français			=	1,062066	»	Fuſs
1 Pied du Roi.			=	1,035003	»	»
1 Aune	=	12 Decimètres	=	1,799265	»	Ellen
1 alte Aune			=	1,78194	»	»
1 Toise.	=	2 Mètres	=	6,372398	»	Fuſs
1 alte Toise			=	6,210019	»	»

Hiernach vergleichen sich nahe genug:
58 Myriamètres mit 77 preuſsiſchen Meilen zu 2000 Ruthen,
43 Mètres mit 137 preuſsiſchen Fuſs,
2 Mètres mit 3 preuſsiſchen Ellen zu 25½ Zoll.

2) Flächenmaſse.

1 Kilomètre carré	=	1000000 M. carré	=	391,62296	preuſs.	Morgen
1 Hectom. carré .	=	10000 » »	=	3,9162296	»	»
1 Are	=	100 » »	=	7,0492133	»	□Ruth.
1 Mètre carré			=	10,151867234	»	□Fuſs

Es vergleichen sich nahe genug:

20 Ares mit 141 preuſsischen Quadratruthen,
32 Mètres carrés mit 335 preuſsischen Quadratfuſs.

3) Körpermaſse.

1 Stère = 1 Kilolitre = 1 Mètre cube	= 32,345874273	preuſs.	Kubikf.
1 Hectolitre . . . . . = $\frac{1}{10}$ » »	= 1,819455428	»	Scheffel
1 Decalitre . . . . . . = $\frac{1}{100}$ » »	= 2,911129	»	Metzen
	= 8,733386	»	Quart
1 Litre = 1 Decim. cube = $\frac{1}{1000}$ M. cube	= 0,8733386	»	»

Hiernach vergleichen sich beinahe:

26 Stère m. 841 preuſs. Kubikfuſs,	15 Decalitres m. 131 preuſs. Qrt.,
72 Hectolitres m. 131 pr. Scheffel,	71 Litres » 62 » »
45 Decalitres » 131 » Metzen,	

4) Gewichte.

1 Myriagramme	= 10000 Grammes	= 21,38072384	preuſs.	Pfund
1 Kilogramme .	= 1000 »	= 2,138072384	»	»
1 Hectogramme	= 100 »	= 6,84183	»	Loth
1 Decagramme .	= 10 »	= 2,7367	»	Quentch.
1 Gramme. . . .	= dem Gewicht eines Centimètre cube destill. Wassers bei + 3,5° R.	= 1,2315	»	Grän
1 Decigramme .	= $\frac{1}{10}$ Gramme	= 0,12315	»	»
1 Centigramme.	= $\frac{1}{100}$ »	= 0,01231	»	»
1 Milligramme .	= $\frac{1}{1000}$ »	= 0,00123	»	»
1 Quintal mètrique	= 100 Kilogr.	= 213,8072384	»	Pfund
1 Livre	= $\frac{1}{2}$ »	= 1,069036192	»	»
(1 altes Livre		= 1,046598	»	»)

Also vergleichen sich beinahe:

21 Myriagrammes mit 449 preuſsischen Pfund,
29 Kilogrammes » 62 » »
95 Grammes » 117 » Grän.

II. Englische Maſse und Gewichte.

1) Längenmaſse.

1 Mile.	= 427,3	preuſsischen	Ruthen
1 Fourlong = $\frac{1}{8}$ Mile	= 53,412	»	»
1 Imperial Yard	= 2,9134	»	Fuſs
1 Foot	= 11,65368	»	Zoll.

Hiernach sind nahe genug:

14 englische . . . . = 3 preuſsischen Meilen zu 2000 Ruthen,
35 englische. . . . . . . = 34 preuſs. Fuſs,
35 Yard . . . . = 48 » Ellen zu $25\frac{1}{2}$ Zoll.

2) Flächenmaſse.

1 Acre	= 285,29	preuſsischen	□Ruthen.
1 □Foot	= 135,8	»	□Zollen.

Also vergleichen sich nahe genug:

53 Acres mit 81 preuſsischen Morgen zu 180 □Ruthen,

53 engliſche mit 50 preuſsischen □Fuſs.

3) Körpermaſse.

1 Cubic Foot. . . . . = 1582,667 preuſsischen Kubikzoll.

Daher vergleichen sich nahe genug:

59 engliſche mit 54 preuſsischen Kubikfuſs.

4) Hohlmaſse.

1 Chaldron. . . . . =	73138,70	preuſsischen	Kubikzoll
1 Corn Quarter. . . . . =	16253,05	»	»
1 Sack . . . . =	6094,89	»	»
1 Bushel . . . . =	2031,63	»	»
1 Imperial Gallon . . . . =	253,954	»	»

Hiernach ist:

1 Corn Quarter = 5 preuſs. Scheffel, 4 Metzen, 125 Kubikzoll,

1 Sack . . . . = 1 » » 15 » 142,9 »

1 Bushel . . . . = 0 » » 10 » 111,6 »

1 Gallon . . . . = 3 » Quart, 61,95 Kubikz., oder nahe $3\frac{30}{31}$ Qrt

Quarter.	Bushels.	Pecks.	Gallons.	Quarts.	Pints.
1	8	32	64	256	512
	1	4	8	32	64
		1	2	8	16
			1	4	8
				1	2

Es vergleichen sich nahe genug:

31 Corn Quarters mit 164 preuſs. Scheffeln, oder weniger genau

7 Corn Quarters » 37 » »

31 Imperial Gallons » 123 » Quart.

Noch ist zu bemerken, daſs nach *Kelly (The universal cambist, Vol.* 1. *London* 1821. *p.* 221.) der vormalige Winchester Bushel 2150,42 engliſche Kubikzoll hält. Hiernach ist:

1 Winchester Bushel . . . . . = 1969,55975 preuſs. Kubikzoll
= 10 preuſs. Metzen $49\frac{14}{25}$ Kubikzoll

1 Winchester Gallon . . . . . = 246,195 preuſs. Kubikzoll
= 3 preuſs. Quart $54\frac{7}{36}$ Kubikzoll.

5) Gold-, Silber- und Apothekergewicht.

1 Imperial Troy Pound = 12 Ounces . . . =	25,5234	preuſs.	Loth
1 Ounce = 20 Pennyweights. . . . . =	1,12695	»	»
1 Pennyweight = 24 Grains. . . . . =	1,91424	»	Grän
1 Grain. =	0,07976	»	»

Also vergleichen sich nahe genug:

84 Troy Pounds mit 67 preuſs. Pfund.

6) Handelsgewicht.

1 Ton Avoirdupois.	=	2171,26	preuſs.	Pfund
1 Hundredweight. . . = 112 Pounds. .	=	108,563	»	»
1 Pound Avoirdupois = 16 Ounces. .	=	31,018	»	Loth
1 Ounce Avoirdupois = 16 Drams . .	=	1,94	»	»
1 Dram	=	2,1825	»	Grän
1 Grain	=	0,07976	»	»

Daher vergleichen sich beinahe:
65 Pound Avoirdupois mit 63 preuſs. Pfund.

3. Reduktionstabelle
der *Baumé*schen Aräometergrade auf das spezifische Gewicht.

(Nach *Scholz's* Lehrbuch der Physik S. 743.)

Für Flüssigkeiten, welche leichter sind als Wasser.				Für Flüssigkeiten, welche schwerer sind als Wasser.					
Gr.	Sp. Gew.	Gr.	Sp. Gew.	Gr.	Sp. Gew.	Gr.	Sp. Gew.	Gr.	Sp. Gew.
62	0,7251	35	0,8479	0	1,0000	26	1,2184	52	1,5576
61	0,7314	34	0,8531	1	1,0070	27	1,2288	53	1,5742
60	0,7354	33	0,8584	2	1,0141	28	1,2394	54	1,5912
59	0,7394	32	0,8638	3	1,0213	29	1,2502	55	1 6086
58	0,7435	31	0,8693	4	1,0286	30	1,2612	56	1,6264
57	0,7476	30	0,8748	5	1,0360	31	1,2724	57	1,6446
56	0,7518	29	0.8804	6	1,0435	32	1,2838	58	1,6632
55	0,7560	28	0,8860	7	1,0511	33	1,2954	59	1,6823
54	0,7603	27	0,8917	8	1,0588	34	1,3071	60	1,7019
53	0,7646	26	0,8974	9	1,0666	35	1,3190	61	1,7220
52	0,7689	25	0,9032	10	1,0745	36	1,3311	62	1,7427
51	0,7733	24	0,9091	11	1,0825	37	1,3434	63	1,7640
50	0,7777	23	0,9151	12	1,0906	38	1,3559	64	1,7858
49	0,7821	22	0,9212	13	1,0988	39	1,3686	65	1,8082
48	0,7866	21	0,9274	14	1,1071	40	1,3815	66	1,8312
47	0,7911	20	0,9336	15	1,1155	41	1,3947	67	1,8548
46	0,7956	19	0,9399	16	1,1240	42	1,4082	68	1,8790
45	0,8001	18	0,9462	17	1,1326	43	1,4219	69	1,9038
44	0,8047	17	0,9526	18	1,1414	44	1,4359	70	1,9291
43	0,8093	16	0,9591	19	1,1504	45	1,4501	71	1,9548
42	0,8139	15	0,9657	20	1,1596	46	1,4645	72	1,9809
41	0,8186	14	0,9724	21	1,1690	47	1,4792	73	2,0073
40	0,8233	13	0,9792	22	1,1785	48	1,4942	74	2,0340
39	0,8281	12	0,9861	23	1,1882	49	1,5096	75	2,061
38	0,8329	11	0,9930	24	1,1981	50	1,5253		
37	0,8378	10	1,0000	25	1,2082	51	1,5413		
36	0,8428								

Die folgende Tabelle ist deshalb vorzugsweise hierher gesetzt worden, weil die Reduktion der *Fahrenheit*schen Thermometergrade auf die *Réaumur*'schen und *Celsius*'schen etwas umständlicher ist, als die der letztern unter einander. Es ist übrigens zu bemerken, daſs 9° F. = 5° C. = 4° R., und 0° R. und C. = + 32° F., so wie 0° F. = — 17,75° C. = — 14,22° R.

---

4. Vergleichung.

der *Fahrenheit*schen Thermometerskala mit der *Celsius*'schen und *Réaumur*'schen.

Fahrenheit.	*Celsius.*	*Réaumur.*	*Fahrenheit.*	*Celsius.*	*Réaumur.*	*Fahrenheit.*	*Celsius.*	*Réaumur.*
+212	+100	+ 80	+174	+ 78,89	+63,11	+136	+57,78	+46,22
211	99,44	79,56	173	78,33	62,67	135	57,22	45,78
210	98,89	79,11	172	77,78	62,22	134	56,67	45,33
209	98,33	78,67	171	77,22	61,78	133	56,11	44,89
208	97,78	78,22	170	76,67	61,33	132	55,55	44,44
207	97,22	77,78	169	76,11	60,89	131	55	44
206	96,67	77,33	168	75,55	60,44	130	54,44	43,56
205	96,11	76,89	167	75	60	129	53,89	43,11
204	95,55	76,44	166	74,44	59,56	128	53,33	42,67
203	95	76	165	73,89	59,11	127	52,78	42,22
202	94,44	75,56	164	73,33	58,67	126	52,22	41,78
201	93,89	75.11	163	72,78	58,22	125	51,67	41,33
200	93,33	74,67	162	72,22	57,78	124	51,11	40,89
199	92,78	74,22	161	71,67	57,33	123	50,55	40,44
198	92,22	73,78	160	71,11	56,89	122	50	40
197	91,67	73,33	159	70,55	56,44	121	49,44	39,56
196	91,11	72,89	158	70	56	120	48,89	39,11
195	90,55	72,44	157	69,44	55,56	119	48,33	38,67
194	90	72	156	68,89	55,11	118	47,78	38,22
193	89,44	71,56	155	68,33	54,67	117	47,22	37,78
192	88,89	71,11	154	67,78	54,22	116	46,67	37,33
191	88,33	70.67	153	67,22	53,78	115	46,11	36,89
190	87,78	70,22	152	66,67	53,33	114	45,55	36,44
189	87,22	69,78	151	66,11	52,89	113	45	36
188	86,67	69,33	150	65,55	52,44	112	44,44	35,56
187	86,11	68,89	149	65	52	111	43,89	35,11
186	85,55	68,44	148	64,44	51,56	110	43,33	34,67
185	85	68	147	63,89	51,11	109	42,78	34,22
184	84,44	67,56	146	63.33	50,67	108	42,22	33,78
183	83,89	67,11	145	62,78	50,22	107	41,67	33,33
182	83,33	66,67	144	62,22	49,78	106	41,11	32,89
181	82,78	66,22	143	61,67	49,33	105	40,55	32,44
180	82,22	65,78	142	61,11	48,89	104	40	32
179	81,67	65.33	141	60,55	48,44	103	39,44	31,56
178	81,11	64,89	140	60	48	102	38,89	31,11
177	80,55	64,44	139	59,44	47,56	101	38,33	30,67
176	80	64	138	58,89	47,11	100	37,78	30,22
175	79,44	63,56	137	58,33	46,67	99	37,22	29,78

Fahrenheit.	Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Réaumur.
+ 98	+ 36,67	+ 29,33	+ 51	+ 10,55	+ 8,44	+ 5	— 15	— 12
97	36,11	28,89	50	10	8	4	15,55	12,44
96	35,55	28,44	49	9,44	7,56	3	16,11	12,89
95	35	28	48	8,89	7,11	2	16,67	13,33
94	34,44	27,56	47	8,33	6,67	1	17,22	13,78
93	33,89	27,11	46	7,78	6,22	0	17,78	14,22
92	33,33	26,67	45	7,22	5,78	— 1	18,33	14,67
91	32,78	26,22	44	6,67	5,33	2	18,89	15,11
90	32,22	25,78	43	6,11	4,89	3	19,44	15,56
89	31,67	25,33	42	5,55	4,44	4	20	16
88	31,11	24,89	41	5	4	5	20,55	16,44
87	30,55	24,44	40	4,44	3,56	6	21,11	16,89
86	30	24	39	3,89	3,11	7	21,67	17,33
85	29,44	23,56	38	3,33	2,67	8	22,22	17,78
84	28,89	23,11	37	2,78	2,22	9	22,78	18,22
83	28,33	22,67	36	2,22	1,78	10	23,33	18,67
82	27,78	22,22	35	1,67	1,33	11	23,89	19,11
81	27,22	21,78	34	1,11	0,89	12	24,44	19,56
80	26,67	21,33	33	0,55	0,44	13	25	20
79	26,11	20,89	32	0	0	14	25,55	20,44
78	25,55	20,44	31	— 0,55	— 0,44	15	26,11	20,89
77	25	20	30	1,11	0,89	16	26,67	21,33
76	24,44	19,56	29	1,67	1,33	17	27,22	21,78
75	23,89	19,11	28	2,22	1,78	18	27,78	22,22
74	23,33	18,67	27	2,78	2,22	19	28,33	22,67
73	22,78	18,22	26	3,33	2,67	20	28,89	23,11
72	22,22	17,78	25	3,89	3,11	21	29,44	23,56
71	21,67	17,33	24	4,44	3,56	22	30	24
70	21,11	16,89	23	5	4	23	30,55	24,44
69	20,55	16,44	22	5,55	4,44	24	31,11	24,89
68	20	16	21	6,11	4,89	25	31,67	25,33
67	19,44	15,56	20	6,67	5,33	26	32,22	25,78
66	18,89	15,11	19	7,22	5,78	27	32,78	26,22
65	18,33	14,67	18	7,78	6,22	28	33,33	26,67
64	17,78	14,22	17	8,33	6,67	29	33,89	27,11
63	17,22	13,78	16	8,89	7,11	30	34,44	27,56
62	16,67	13,33	15	9,44	7,56	31	35	28
61	16,11	12,89	14	10	8	32	35,55	28,44
60	15,55	12,44	13	10,55	8,44	33	36,11	28,89
59	15	12	12	11,11	8,89	34	36,67	29,33
58	14,44	11,56	11	11,67	9,33	35	37,22	29,78
57	13,89	11,11	10	12,22	9,78	36	37,78	30,22
56	13,33	10,67	9	12,78	10,22	37	38,33	30,67
55	12,78	10,22	8	13,33	10,67	38	38,89	31,11
54	12,22	9,78	7	13,89	11,11	39	39,44	31,56
53	11,67	9,33	6	14,44	11,56	40	40	32
52	11,11	8,89						

Specielle Chemie.

Einleitung.

Die Naturkörper sind, in chemischer Beziehung, entweder einfache, oder zusammengesetzte, letztere aus je 2, je 3, 4 und mehrern einfachen Stoffen gebildet. Man pflegt die Naturkörper in organische und nichtorganische einzutheilen, welche Eintheilung eigentlich keine chemische, sondern eine physiologische ist, hergenommen von dem verschiednen Bau und der Thätigkeit der Organe, welche man an organisirten Körpern nachweisen kann. Hinsichtlich der chemischen Mischung finden zwischen organischen und nichtorganischen Körpern folgende Unterschiede statt.

Unorganische Körper sind:

1) theils unzerlegbare, daher einfache Körper, theils zusammengesetzte, diese
2) aus je 2 Stoffen gebildet, binäre Verbindungen (vergleiche Seite 3),
3) aus ihren Bestandtheilen fast stets darzustellen; nur wenige machen Ausnahmen, die man zeither noch nicht hat vereinigen können.

Organische Körper sind dagegen:

1) stets zusammengesetzte, d. h. niemals einfache, unzerlegbare Stoffe;
2) fast immer aus mehr als 2 einfachen Körpern gebildet, aus 3, 4 und noch mehrern, ternäre, quaternäre Verbindungen.

Organische Körper, nur aus 2 einfachen Stoffen gebildet, kennen wir zur Zeit erst 15, als: Sauerkleesäure und Honigsteinsäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff; Terpenthin-, Citronen-, Stein-, Wachholderbeeren-, Copaivaöl, ein im Gewürznelkenöl enthaltnes ätherisches Oel, das Stearopten des Rosenöls, Caoutchouc, Naphthalin, Weinöl, Paraffin, Idrialin, Scheererit, aus Kohlen- und Wasserstoff bestehend.

3) Sie können aus den einfachen Bestandtheilen meistens nicht dargestellt werden, obschon man in neuester Zeit z. B. Harnstoff erzeugt, Gummi, Zucker gebildet hat, andere Beispiele hier zu geschweigen.

Man hat auch die organischen Körper als binäre Verbindungen betrachtet, es ist aber noch nicht möglich, diese Ansicht ganz allgemein durchzuführen, obschon dieselbe in vielen Fällen anwendbar und sehr nützlich ist. So kann man z. B. die Sauerkleesäure als aus Kohlensäure und Kohlenoxyd gebildet, den Alkohol aus gleichen Raumtheilen ölbildendem Kohlenwasserstoffgas und Wasserdampf, auf einen Raumtheil condensirt, den Aether aus 2 Raumtheilen ölbildendem Kohlenwasserstoffgas und 1 Raumtheil Wasserdampf, die Ameisensäure aus Kohlenoxydgas und Wasserdampf gebildet betrachten.

Man kennt jetzt 54 unzerlegbare, einfache Stoffe, von denen 41 metallischer Natur sind. Diese können sich unter einander in mancherlei Verhältnissen vereinigen, obschon einzelne Stoffe sich nicht selten mit gewissen andern nicht verbinden; wahrscheinlich dürften sich aber noch Mittel und Wege finden lassen, die für jetzt nicht mögliche Vereinigung zu bewerkstelligen.

Die mannichfaltigen, durch Vereinigung einfacher Stoffe hervorgehenden, zusammengesetzten Körper zeigen verschiedne Eigenschaften, durch welche sie sich unter einander unterscheiden. Einige der wichtigsten, und für das erste Studium der Chemie nothwendigsten, Klassen zusammengesetzter Körper sollen hier, da sie später immer wieder vorkommen, im Allgemeinen kennen gelehrt werden, als: Säuren, Oxyde, Basen, Salze, u. a. m.

1) Säuren, *Acides, Acids,* sind zusammengesetzte Körper, welche sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen:

a) Sie sind — elektrisch, d. h. sie scheiden sich aus ihren Verbindungen mit Basen am + Pol der *Volta*schen Säule ab, obschon sie selbst durch Elektricität in ihre Bestandtheile zerlegt werden.

b) Sie bilden mit Basen entweder unmittelbar Salze, oder sie zersetzen sich und die Basen, und es entstehen, unter jedesmaliger Bildung von Wasser, salzähnliche Verbindungen.

c) Die mehrsten sind in Wasser löslich und färben Lackmustinctur, Lackmuspapier roth.

d) Die mehrsten auflöslichen, oder tropfbar-flüssigen, Säuren schmecken sauer, aber nicht alle; so schmeckt z. B. Blausäure nach bittern Mandeln, Hydrothionsäure nach faulen Eiern.

Man kann die Säuren eintheilen in:

α) Sauerstoff enthaltende Säuren,

β) Säuren ohne Sauerstoff, in welchen der Sauerstoff durch andere — elektr. theils einfache, theils zusammengesetzte Körper ver-

vertreten wird, als: Schwefel, Selen, Chlor, Jod, Brom, Fluor, Tellur, Cyan, Schwefelcyan etc.

Die Bestimmung des Worts Säure ist nicht ohne Schwierigkeiten. Früher betrachtete man als das Hauptkriterium, wie auch schon das Wort andeutet, den Geschmack; der saure Geschmack ist aber ein unsicheres Merkmal, wogegen das unter a) aufgeführte als das höchste gilt. Früher glaubten die Chemiker, weil sämmtliche damals analysirte Säuren Sauerstoff enthielten, es würden alle Säuren denselben als Bestandtheil haben, ja der Sauerstoff bedinge die Säurenatur; dieses hat sich jedoch nicht bestätigt, nicht wenige Säuren enthalten statt Sauerstoff andere — elektr. Stoffe. Nicht selten ist Wasserstoff der + elektrische Bestandtheil in Säuren (nicht der — el. Faktor), z. B. in der Salzsäure, Hydrothions., Hydriods., Blaus. u. a. m. Kommen dieselben mit Sauerstoff enthaltenden Basen in Berührung, so tritt eine Entmischung derselben und der Basen ein, indem sie keine eigentlichen Salze, sondern, unter gleichzeitiger Erzeugung von Wasser, nur salzähnliche Verbindungen bilden; (unter „Salz" mehr davon). — Nicht alle Säuren sind in Wasser auflöslich, z. B. Kieselsäure, Zinnsäure, Goldsäure etc. sind unauflöslich, und können deshalb auch Lackmus nicht roth färben. Man bedient sich des Lackmuses zum chemischen Gebrauch folgendermafsen: man übergiefst es mit Wasser, oder schwachem Weingeist, und tränkt mit dieser Tinktur ungeleimtes Velinpapier, trocknet es im Dunkeln und zerschneidet es dann in schmale Streifchen, welche vor dem Licht geschützt aufbewahrt werden müssen.

Benenaungsart der Säuren. Giebt ein einfacher Körper mit Sauerstoff nur eine Säure, so fügt man dem Namen des Stoffs das Wort „Säure" hinzu, als z. B. Kohlensäure, Jodsäure, Borsäure; giebt dagegen ein Stoff mehr als eine Säure mit Sauerstoff, z. B. zwei, so bezeichnet man dieselben dadurch, dafs man diejenige, welche weniger Sauerstoff enthält, durch Anhängen der Sylben ige *) unterscheidet, als schweflige Säure, phosphorige, salpetrige Säure, wogegen Schwefelsäure, Phosphors., Salpeters. die mehr Sauerstoff enthaltenden Säuren derselben Grundstoffe andeuten. Im Französischen wird dies also ausgedrückt: *Acide sulfurique*, Schwefelsäure, *Acide sulfureux*, schweflige Säure; *Ac. nitrique*, *nitreux;* im Englischen eben so, als z. B. *Sulphuric acid*, *sulphurous acid* etc. Tritt der Fall ein, dafs mehr als zwei Säuren von einem einfachen Stoff existiren, so hat man sich dadurch geholfen, dafs man die Stelle, welche die dritte oder vierte Säure nach den Sauerstoffproportionen in der Reihe der Verbindungen des einfachen Stoffs mit Sauerstoff einnimmt, durch das Wort „Unter" bezeichnet, als Unterschwefelsäure, Unterphosphorige Säure u. a. m.

Die Säuren, welche Wasserstoff enthalten, werden durch das Wort „Hydro," welches man dem Namen des — elektr. Körpers vorsetzt, mit welchem der Wasserstoff zur Säure verbunden ist, von den Sauerstoffsäuren unterschieden, z. B. Hydrochlorsäure, Hydrocyans., *Acide hydrochlorique*, *Ac. hydrocyanique*, analog im Englischen.

*) Die Endigung ichte ist minder richtig, als die Endflexion ige.

2) Oxyde, *Oxides, Oxids,* sind Verbindungen einfacher oder zusammengesetzter Stoffe mit Sauerstoff, denen die Säureeigenschaften mangeln. Die Oxyde sind metallische, wenn sich ein Metall mit Sauerstoff zu einem Oxyd verbindet, oder nichtmetallische, wie z. B. Kohlenstoffoxyd, Chloroxyd, Stickstoffoxyd.

Die Oxyde der Metalle sind entweder Basen, oder sie sind es nicht; dies beruht auf einem bestimmten Mischungsverhältniſs, und der Natur des + elektr. Elements, welches sich mit dem — elektr. Sauerstoff verbindet. Es kann nämlich ein Oxyd viel oder wenig Sauerstoff enthalten, und dadurch bald fähig, bald unfähig sein, sich als eine Base zu verhalten. Nichtmetallische Oxyde sind keine Basen.

Benennungsart der Oxyde. Diejenigen Oxyde, welche Basen sind, nennt man ohne weitern Beisatz Oxyde, sind aber deren mehrere, z. B. zwei Oxyde eines Metalls Basen, so heiſst dasjenige von beiden, welches die geringere Menge Sauerstoff enthält, zum Unterschied Oxydul. Eisen giebt zwei Oxyde, beide sind Basen, das eine heiſst daher Eisenoxydul, das andere Eisenoxyd. Sind aber Oxyde keine Basen, so haben sie entweder zu viel, oder zu wenig Sauerstoff, danach nennt man die erstern Ueberoxyde, oder Hyperoxyde, die letztern Unteroxyde, oder Suboxyde. So haben z. B. Blei, Mangan, Kobalt u. a. m. Ueberoxyde, Gold, Blei u. a. m. Suboxyde.

In der französischen Nomenklatur werden die Oxyde nach einem andern Princip benannt; man zählt die Oxyde eines Metalls, und benennt sie nach der Reihenfolge. Dasjenige, welches den wenigsten Sauerstoff enthält, heiſst das erste Oxyd, *Protoxide*, dann folgt das zweite O., *Deutoxide*, das dritte, wenn es zugleich das letzte ist, heiſst *Peroxide*. So hat Quecksilber 2 Oxyde, sie heiſsen demnach *Protoxide* und *Deutoxide de Mercure*. Eben so ist die englische Benennungsweise. — Diese Methode die Oxyde zu benennen ist schwerfällig, und nicht von dem praktischen Nutzen, als die von *Berzelius* angegebne Nomenklatur, die wir oben mittheilten, und welche hier stets angewendet werden soll.

Ehedem nannte man die Metalloxyde Metallkalke, und nach ihren Farben: Asche, Schnee, Mohr, Saffran u. s. w.

3) Basen, salzfähige Grundlagen, *bases salifiables,* sind zusammengesetzte Körper, welche sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen:

a) Sie verhalten sich + elektrisch, d. h. sie scheiden sich aus ihren Verbindungen mit Säuren am — Pol der *Volta*schen Säule ab, obschon sie selbst durch Elektricität in ihre Bestandtheile zerlegt werden.

b) Sie bilden mit Säuren entweder unmittelbar Salze, oder sie zersetzen sich und die Säuren, und es entstehen, unter jedesmaliger Bildung von Wasser, salzähnliche Verbindungen.

Digitized by Google

c) Sie sind theils in Wasser (Weingeist) löslich und färben dann geröthetes Lackmuspapier wieder blau, gelbe Papiere braun, theils unlöslich.

d) Die löslichen schmecken theils scharf, ätzend, brennend, theils bitter, scharf und kratzend.

Man kann die Basen eintheilen in

1) Sauerstoff enthaltende Basen,

2) in Basen ohne Sauerstoff, in welchen ein andrer — elektr. sowohl einfacher, als zusammengesetzter Körper den Sauerstoff vertritt, als: Stickstoff (im Ammoniak), Schwefel, Selen, Chlor, Jod, Brom, Fluor etc.

Früher kannte man allein die Sauerstoffbasen und das Ammoniak, erst in der neuesten Zeit hat man Schwefelbasen u. s. w. angenommen. Sämmtliche Sauerstoffbasen, mit Einschluſs des Ammoniaks, gehören theils den unorganischen Körpern an, theils den organischen. Erstere theilt man ein a) in solche, die sich in Wasser lösen, und b) die sich nicht lösen.

a) Die **Alkalien** lösen sich in Wasser auf, schmecken laugenhaft (daher hieſsen mehrere ehedem auch **Laugensalze**), ätzend, färben gelbe Pflanzenfarben braun, blaue, mit Ausnahme des Lackmuses und des Indigs, welche gar nicht verändert werden, grün, geröthetes Lackmuspapier wieder blau.

Man bedient sich zu dem Ende kleiner Papierchen, welche mit Curcumatinktur, oder einem wäsrigen Aufguſs der Rhabarberwurzel gelb gefärbt worden sind, noch häufiger der durch Säure gerötheten Lackmuspapierchen, welche man am besten mittelst Phosphorsäure, oder Essigsäure röthet. In wiefern die gerötheten Papierchen angewendet werden können, geht aus dem bei der Neutralisation, Seite 6, Gesagten deutlich hervor. Es verdient jedoch bemerkt zu werden, daſs nicht allein Alkalien gelbe Pflanzenfarben bräunen, sondern auch andere Körper, als z. B. Boraxsäure, salzsaures Zinnoxydul, essigs. Bleioxyd, salpeters. Wismuthoxyd u. m. a.

Die in Wasser leicht löslichen Alkalien (Kali, Natron, Lithion, Ammoniak) bilden mit Oelen und Fetten in Wasser auflösliche Seifen und sind, mit Ausnahme des Ammoniaks, im Feuer nicht allein leicht schmelzbar, sondern können sogar verdampfen. Die in Wasser schwer löslichen (Kalk, Baryt, Strontian, Magnesia) gehen mit Oelen und Fetten in Wasser unlösliche Seifen, und sind für sich allein im Ofenfeuer nicht schmelzbar.

b) Die in Wasser unlöslichen Basen zeigen keinen Geschmack, keine Einwirkung auf die Farben, bilden, bis auf Blei- und Zinkoxyd, keine Seifen, und sind theils unschmelzbar, theils schmelzbar, einige flüchtig, sublimirbar.

Die **organischen** Basen reagiren in Alkohol (oder Aether)

gelöst, (denn in Wasser sind sie sehr schwer, oder auch wohl gar nicht auflöslich), alkalisch, schmecken unerträglich bitter, auch wohl scharf, kratzend, enthalten fast ohne Ausnahme Stickstoff.

4) Salze, *Sels, Salts,* sind Verbindungen der Säuren mit den Basen; Säuren, welche Wasserstoff enthalten, zersetzen sich in Berührung mit sauerstoffhaltigen Basen nebst diesen, bilden Wasser und salzähnliche Verbindungen. Wenn z. B. Salzsäure = Chlor + Wasserstoff, mit Kali = Kalium + Sauerstoff in Berührung tritt, so bilden sich aus dem Wasserstoff der Salzsäure und dem Sauerstoff des Kalis Wasser und Chlorkalium, eine Verbindung zweier Elementarstoffe, welche ein Salz nicht genannt werden kann, sondern nur in sofern salzähnlich ist, als sie dem Ansehen nach einem Salze gleichkommt, und früherhin zu den Salzen gezählt wurde.

Man unterscheidet

1) Salze, in deren Säure und Base Sauerstoff enthalten ist, Sauerstoffsalze,
2) Salze, in deren Säure und Base kein Sauerstoff enthalten, als z. B. Schwefelsalze, Selensalze, Chlorsalze etc. (vergl. das Vorstehende Seite 65 und 67).

Man unterscheidet auch noch einfache und Doppelsalze, ein solches ist z. B. der Alaun, welcher aus zwei verschiednen Salzen besteht, jedoch von gleicher Säure, nämlich aus schwefelsaurer Thonerde und schwefels. Kali; es kommen aber auch, obschon weit seltner, Doppelsalze vor, die eine Base und zwei Säuren enthalten, als z. B. der Datholit (ein Fossil), welcher aus kieselsaurem und boraxs. Kalk besteht. Dreifache Salze sind selten, ein Beispiel liefert die Sorte Alaun, welche auſser der Thonerde und dem Kali auch noch Ammoniak, mit Schwefelsäure verbunden, enthält.

Die Salze sind entweder neutrale, saure oder basische; man verstand bisher unter neutralen solche, welche weder sauer, noch alkalisch schmecken, und auf die Pflanzenfarben nicht einwirken, z. B. Glaubersalz, Salpeter; unter sauren und basischen, welche sich so verhalten, wie es die Namen andeuten. So sind z. B. saure: Weinstein, Sauerkleesalz; basische: Pottasche, Soda. Man hat aber in der neuesten Zeit angefangen, mit den Worten neutral, sauer und basisch bei Salzen etwas anderes zu bezeichnen, als die Namen an sich bedeuten. Man nennt jetzt ein Salz neutral, in welchem der Sauerstoff der Säure in einem bestimmten multipeln Verhältniſs zum Sauerstoff der Base steht; sauer, wenn das multiple Verhältniſs ein gröſseres ist, als in dem neutralen, und basisch, wenn das multiple Verhältniſs ein kleineres ist, als in dem neutralen. Nach dieser Benennungsart ist die Pottasche ein neutrales Salz, obschon sie nach der ältern Nomenklatur basisch

genannt werden muſste, da sie alkalisch schmeckt, der Alaun ein neutrales Salz, obschon er sauer schmeckt., u. s. w.

Benennungsart der Salze. Man macht die Base zum Hauptwort, und aus dem Namen der Säure ein Beiwort, als: schwefelsaures Natron, phosphorsaurer Kalk; ist es ein saures oder basisches Salz, so setzt man diese Worte vor, als saures schwefels. Kali etc. Dagegen bildet man im Französischen und Englischen ein eignes Hauptwort aus dem Namen der Säure, und setzt den der Base im Genitiv dazu, z. B. aus dem Wort *Acide sulfurique* wird das Wort *Sulfate* gebildet, welches ein schwefels. Salz anzeigt, so heiſst *Phosphate* ein phosphors., *Nitrate* ein salpeters. Salz. Die Endigung *ite* dagegen deutet auf eine Säure hin, die sich auf *eux* endigt; aus *Acide sulfureux* wird *Sulfite* gebildet, welches ein schwefligs. Salz bezeichet, *Sulfite de chaux*, schwefligs. Kalk. Die Englischen Namen in ihren Endigungen sind ganz dieselben, wie die französischen.

Um die verschiednen multipeln Verhältnisse des Sauerstoffs einer Säure und einer Base schon durch den Namen passend anzudeuten, bedient man sich, statt der unbestimmten Namen sauer und basisch, der Ausdrücke doppelt, oder zweifach schwefels. Kali, d. i. zweimal so viel Säure enthaltend, als das neutrale; anderthalb kohlens. Natron; drittel essigs. Bleioxyd; sechstel essigs. Bleioxyd etc.

Man schreibt jeder Säure eine Sättigungscapacität zu, d. h. ein Vermögen, nach Maſsgabe ihres Gehalts an — el. Element, eine bestimmte Menge von jeder Base analoger Mischung zu einem neutralen Salz aufzunehmen. Bei den Sauerstoffsäuren ist diese Sättigungscapacität vorzugsweise untersucht worden. Man drückt dieselbe durch eine Zahl aus, welche angiebt, wie viel Sauerstoff in der Menge der Base enthalten sein müsse, mit welcher 100 Gewichtstheile der Säure ein neutrales Salz bilden.

In Betreff der Nomenklatur der Schwefel-, Selen-, Chlorsalze etc. pflegt man also zu verfahren: wasserstoffschwefelsaures Schwefelkalium, antimonschwefligs. Schwefelnatrium, platinchlorsaures Chlorkalium etc., *Chloroplatinate de Chlorure de Potassium*, *Sulfo-antimoinite de Sulfure de Sodium* etc.

Kurzer Abriſs der Stöchiometrie.

Die Stöchiometrie lehrt die Gesetze der Verbindung zusammengesetzter Körper in einfachen proportionalen Verhältnissen; sie ist ein Produkt der neuern Zeit. Man glaubte früher, die Naturkörper könnten sich mit einander in den verschiedensten Mengenverhältnissen verbinden; dem ist aber nicht also, sondern es verbinden sich dieselben nur in bestimmten, konstanten Mengen mit einander. Vereinigt sich z. B. eine gewisse Menge eines einfachen Stoffs a mit verschiednen Mengen eines andern einfachen Stoffs b, so verhalten sich die verschiednen Gewichts(oder Volum)mengen von b, welche a aufnimmt, wie die Reihe der einfachen Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6, oder wie $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$ etc., welche Reihe, wenn man statt a 2a setzt, folgende in ganzen Zahlen

wird: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. So verbinden sich 2 Raumtheile Chlorgas mit 1, 3, 5, 7 Rtheilen Sauerstoffgas; 2 Rtheile Stickgas mit 1, 2, 3, 5 Rtheilen Sauerstoffgas; 1294,5 Theile Blei mit 100 und 200 Theilen Sauerst.; 355,7 Th. Mangan mit 100, 150, 200, 300, 350 Th. Sauerstoff; 201,165 Schwefel mit 100, 200, 250, 300 Sauerst.; 940,8 Arsenik mit 402,330; 603,495; 1005,825 Schwefel (= 2, 3, 5); 339,213 Th. Eisen mit 442,650 und 663,975 Chlor (= 2 und 3).

Verbinden sich zwei Körper, von denen ein jeder aus 2 Elementen gebildet ist, mit einander, so geschieht dies in einem solchen quantitativen Verhältniſs, daſs die Menge des — elektr. Grundstoffs in dem einen und dem andern entweder gleich, oder daſs beide zu einander in einem multipeln Verhältniſs stehen. So verbinden sich z. B. 46,706 Th. wasserleere Schwefelsäure mit 53,294 Th. Eisenoxydul zu neutralem schwefels. Eisenoxydul; in 46,706 Schwefels. sind 31,88 Sauerstoff, in 53,294 Eisenoxydul 10,63 Sauerst. enthalten; es verhalten sich 31,88 : 10,63 = 3 : 1. — 100 Theile Kohlensäure verbinden sich mit 956,88 Th. Baryt zu neutralem kohlens. Baryt; in 100 Th. Kohlensänre sind 72,350 Sauerst., in 956,88 Baryt, 36,175 Sauerst. enthalten, es verhalten sich aber 72,350:36,175 = 2 : 1. — 1985,110 Halbschwefelkupfer verbinden sich mit 402,378 einfachem Schwefeleisen zu Buntkupfererz; in ersterm sind 402,330, in letzterm 201,165 Schwefel enthalten, = 2 : 1.

Aus diesen konstanten, einfachen, proportionalen Verhältnissen der einfachen und zusammengesetzten Körper zu einander folgen manche nützliche Anwendungen. Kennt man nämlich das Sauerstoffmultiplum in den neutralen schwefels. Salzen, d. h. das Verhältniſs der Sauerstoffmengen in der Säure und Base, die Sättigungscapacität, so kann man berechnen, wie viel von irgend einer Sauerstoffbase erforderlich ist, um eine gegebne Menge (wasserleere) Schwefelsäure in ein neutrales Salz zu verwandeln.

Wie viel Natron ist z. B. nöthig, um 100 Th. jener Säure zu neutralisiren? In 100 Th. Schwefelsäure sind 59,86 Sauerstoff enthalten; da nun in den neutralen schwefels. Salzen die Sauerstoffmenge in der Säure zu der in der Base sich verhält wie 3 : 1, so muſs man so viel Natron nehmen, daſs in der Menge desselben $\frac{59,86}{3}$ = 19,953 Sauerst. enthalten sind. Da nun aber 100 Th. Natron 25,58 Th. Sauerst. enthalten, so sind nach der Proportion 25,58 : 100 = 19,953 : x 78,00 Th. Natron erforderlich. Wie viel Kali verbindet sich mit Salpetersäure zu neutralem salpeters. Kali? In 100 Th. dieser Säure sind 73,85 Th. Sauerstoff enthalten; da nun das Sauerstoffverhältniſs in den neutralen Salzen derselben = 5 : 1 ist, so müssen $\frac{73,85}{5}$ = 14,95 Th. Sauerstoff in der erforderlichen Menge Kali enthalten sein. Da aber Kali in 100 Theilen 16,95 Sauerst. enthält, so sind nach der Proportion 16,95 : 100 = 14,95 : 88,20 Th. Kali erforderlich.

Zu dem Ende ist es sehr nützlich, die Sauerstoffmultipla in den Salzen der am häufigsten vorkommenden Säuren zu kennen. Nachstehend folgt eine Uebersicht.

2 : 1	in den neutralen	kohlens., schwefligs. Salzen.
3 : 1	- - -	schwefels., chlorigs., chroms., arsenigs., kiesels., thons., oxals., essigs., galläpfels., margarins. Salzen.
5 : 2	- - -	phosphors., talgs., öls. Salzen.
5 : 1	- - -	chlors., salpeters., arseniks., weinsteins. Salzen.
4 : 1	- - -	citronens. Salzen.
6 : 1	- - -	boraxs. Salzen.
12 : 1	- - -	gerbs. Salzen.

Es ist ersichtlich, daſs wenn sich 2 Sauerstoffsalze mit einander verbinden, dieselben Verhältnisse stattfinden müssen. Z. B. wenn schwefels. Thonerde und schwefels. Kali sich zu Alaun verbinden, so enthält die Thonerde 3mal mehr Sauerstoff als das Kali, folglich auch die mit derselben verbundne Menge Schwefelsäure dreimal mehr Sauerst., als die mit dem Kali verbundne Säure, und daraus folgt endlich, daſs auch der Gesammtgehalt an Sauerst. in der schwefels. Thonerde das Dreifache von dem des schwefels. Kalis betragen muſs.

Man legt den einfachen und zusammengesetzten Körpern ein sogenanntes M i s c h u n g s g e w i c h t bei, welches man in Zahlen ausdrückt. So ist das Mischungsgewicht des Sauerstoffs 100, des Schwefels 201,165, des Kohlenstoffs 76,437, des Wasserstoffs 6,2398 u. s. w. Diese Zahlen sind aus genauen chemischen Analysen abstrahirt. Das Wasser besteht z. B. aus: 88,906 Sauerstoff und 11,094 Wasserstoff; sind aber im Wasser 2 Proportionale des letztern mit 1 des erstern verbunden, und ist das Mischungsgewicht des Sauerst. 100, so muſs das des Wasserstoffs also gefunden werden:

$$88{,}906 : 100 = 11{,}094 : \frac{x}{2}, \text{ also } \frac{12{,}4796}{2} = 6{,}2398.$$

Enthält die Schwefelsäure 40,14 Schwefel und 59,86 Sauerstoff, so ist das Mischungsgewicht des Schwefels, vorausgesetzt, daſs in der Säure 3 Proportionale Sauerstoff enthalten sind, wie folgt:

$$59{,}86 : 40{,}14 = 300 : x, \text{ also } x = 201{,}165 \text{ u. s. w.}$$

(Man versteht unter einem P r o p o r t i o n a l die Menge eines Körpers, welche durch die Zahl des Mischungsgewichts angedeutet wird; man nennt es auch chemisches Acquivalent.)

Es leuchtet ein, daſs man mittelst der Mischungsgewichte und der Verhältnisse, in welchen sich die Körper mit einander verbinden, die Mengen der Bestandtheile zusammengesetzter Körper in 100 Theilen berechnen kann. Besteht z. B. Salpetersäure aus 2 Proportionalen Stickstoff und 5 Pr. Sauerstoff, so ist ihr Mischungsgewicht 177,036 + 500,0 = 677,036. Daraus folgt, daſs sie in 100 Theilen 26,15 Th. Stickst. und 73,85 Sauerst. enthalten muſs.

Um die Zusammensetzung der Körper durch Buchstaben auszudrükken, bedient man sich c h e m i s c h e r F o r m e l n. Ein jeder einfacher Körper wird durch einen oder zwei Buchstaben angedeutet, welche die Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen sind. So bedeutet z. B. O Sauerstoff, H Wasserstoff, also ist die Formel des Wassers 2H + O, d. h. 2 Proportionale Wasserstoff + 1 Prop. Sauerst. = Wasser. Man

pflegt 2 Prop. auch dadurch anzudeuten, daſs man durch den Buchstaben im untern Drittheil der Höhe einen Querstrich zieht, z. B. H̶, C̶ etc. Da die chemischen Formeln bei zusammengesetzten Doppelkörpern sehr lang werden würden, so schreibt man sie auf folgende Art abgekürzt. Alle Sauerstoffverbindungen werden dadurch repräsentirt, daſs man über dem Buchstaben des + el. Körpers die Proportionale des Sauerstoffs in Punkten andeutet, z. B. $\dot{K}$ heiſst K + O, $\dot{Ca}$ heiſst Ca + O, $\dddot{S}$ = S + 3O; ebenso bei Schwefelverbindungen durch Kommata die Proportionale des Schwefels, $\overset{,}{K}$ = K + S, $\overset{,}{F}$ = F + S, $\overset{,,}{As}$ = 2As + 3S. Ferner pflegt man auch die Zahl der Prop. eines Körpers durch kleine Zahlen (ähnlich den Zahlen der Potenzen) anzudeuten, die man sowohl am obern, als am untern Ende setzt; z. B. $\dot{K}\dddot{S}_2$ soll heiſsen (K + O) + 2 (S + 3O); ferner $\dddot{Al}\dddot{S}_3$ soll andeuten (2Al + 3O) + 3(S + 3O). Die organischen Säuren werden durch Buchstaben angedeutet, über welchen ein Querstrich gesetzt ist, $\bar{O}$ bedeutet Oxalsäure, $\bar{T}$ Weinsteins., $\bar{C}$ Citronens. etc.

Tabelle

der Zeichen der einfachen Stoffe und einiger organischer Säuren.

$\bar{A}$	Essigsäure.	$\bar{F}$	Ameisensäure.	Pt	Platin.
Ag	Silber.	Fe	Eisen.	R	Rhodium.
Al	Aluminium	$\bar{G}$	Galläpfelsäure.	S	Schwefel.
As	Arsenik.	H	Wasserstoff.	$\bar{S}$	Bernsteinsäure.
Au	Gold.	Hg	Quecksilber.	Sb	Spieſsglanz.
B	Bor.	J	Jod.	Se	Selen.
$\bar{B}$	Benzoësäure.	Ir	Iridium.	Si	Kiesel.
Ba	Barytium.	K	Kalium.	Sn	Zinn.
Be	Beryllium.	L	Lithium.	Sr	Strontium.
Bi	Wismuth.	$\bar{M}$	Margarinsäure.	$\bar{St}$	Talgsäure.
Br	Brom.	Mg	Magnesium.	$\bar{T}$	Weinsteinsäure.
C	Kohlenstoff.	Mn	Mangan.	Ta	Tantalum.
$\bar{C}$	Citronensäure.	Mo	Molybdän.	$\bar{Ta}$	Gerbsäure.
Ca	Calcium.	N	Stickstoff.	Te	Tellurium.
Ce	Cererium.	Na	Natrium.	Th	Thorium.
Cd	Kadmium.	Ni	Nickel.	Ti	Titanium.
Cl	Chlor.	O	Sauerstoff.	U	Uranium.
Co	Kobalt.	$\bar{O}$	Sauerkleesäure.	V	Vanadium.
Cr	Chrom.	$\bar{O}l$	Oelsäure.	W	Wolframium.
Cu	Kupfer.	Os	Osmium.	Y	Yttrium.
(Cy	Cyan.)	P	Phosphor.	Zn	Zink.
F	Fluor.	Pb	Blei.	Zr	Zirkonium.
		Pd	Palladium.		

Erster Theil.

Von den nichtmetallischen Grundstoffen.

Die nichtmetallischen einfachen Stoffe sind 13 an der Zahl. Sie sind bei der gewöhnlichen Lufttemperatur theils starr, theils tropfbarflüssig, theils gasförmig; sie leiten Wärme und Elektricität sehr schlecht, mit Ausnahme des Kohlenstoffs.

Name	Farbe	spec. Gewicht	Schmelzpunkt	Siedepunkt	Farbe d. Dämpfe.	Entdeckt v., Jahr.
			1. Gasförmige.			
Sauerstoffgas	farblos	1,1026	—	—	—	*Priestley* 1774
Wasserstoffgas	farblos	0,0688	—	—	—	*Cavendish* 1766
Chlorgas	grünlich-gelb	2,47; 2,4216	—	—	—	*Scheele* 1774
Stickstoffgas	farblos	0,976	—	—	—	*Rutherford* 1772
			2. Starre.			
Kohlenstoff	farblos auch schwarz	3,5 bis 3,53 (des Diamanten)	—	—	—	— —
Schwefel	gelb	1,98	+ 111° C.	143	pomeranzengelb	— —
Selen	bleigrau und rubinroth	4,3 bis 32	über 100°	—	gelb	*Berzelius* 1817
Phosphor	gelblich	1,77	45°	290°	farblos	*Brand* 1669
Bor	bräunlich-grün	—	—	—	—	*Gay-Lussac, Thénard, Davy* 1809
Jod	grauschwarz	4,946 bei 16,5°	107°	175°	veilchenblau	*Courtois* 1811
Kiesel	dunkelbraun	—	—	—	—	*Berzelius* 1823
Fluor	—	—	—	—	—	Hypothet. aufgestellt von *Gay-Lussac* u. *Thénard* 1809
			3. Tropfbarflüssige.			
Brom	schwärzlichroth, starr bleigrau	2,966	—19°	47°	dunkelroth	*Bálard* 1826

Erstes Kapitel.

Vom Sauerstoff.

Sauerstoff, *Oxygène* *), *Oxygen*, **Sauerstoffgas**, (O) wurde 1774 von *Priestley* entdeckt, 1775 von *Scheele* ebenfalls dargestellt. Derselbe geht mit einfachen und einer groſsen Zahl zusammengesetzter Körper Verbindungen ein, welche man sowohl im Reich der unorganischen, als der organischen Körper antrifft; letztere enthalten, bis auf wenige Ausnahmen (vergl. vorn Seite 63.) alle Sauerstoff in sich. Er ist ein Hauptgemengtheil der atmosphärischen Luft, beträgt 21 Raumprocente in derselben, ist ein Bestandtheil des Wassers, 88,9 Gewichtsprocente desselben betragend.

Man stellt Sauerstoffgas dar:

1) Aus **rothem Quecksilberoxyd** ($\dot{Hg}$). Man schüttet dasselbe in eine kleine Glasretorte, fügt eine kleine kugliche Vorlage an, und leitet aus dieser ein Gasrohr nach der pneumatischen Wanne, siehe Tafel I. Fig. 5; Dunkelrothglühhitze reicht zur Zersetzung hin. Das rothe Oxyd wird braunroth, schwarz, zersetzt sich in Quecksilberdämpfe und Sauerstoffgas, erstere condensiren sich sogleich zu Tröpfchen, erscheinen theils im Hals der Retorte, theils in der Vorlage. Man erhält hiedurch 8 Procent dem Gewicht nach Sauerstoffgas. Ist das Quecksilberoxyd nicht ganz rein, enthält es noch etwas basisch salpeters. Oxyd, so entwikkelt sich auch etwas Stickstoffgas zugleich mit.

2) Aus **Braunstein**, oder Manganüberoxyd, ($\ddot{Mn}$) entweder a) ohne Zusatz von Schwefelsäure, oder b) mittelst derselben.

a) Man nimmt ein cylindrisches Gefäſs aus Guſs- oder auch Schmiedeeisen, z. B. einen Quecksilberlegel, (eine schmiedeeiserne Flasche, in welcher Quecksilber im Handel verschickt wird), siehe Tafel I. Fig. 32, füllt ihn mit gepulvertem Braunstein, befestigt in dessen Mündung eine gekrümmte eiserne Röhre (Flintenlauf) durch Einschmirgeln luftdicht, und fügt an diese eine Glasröhre, eine flexible Zinnröhre an, die bis in die Wanne, oder ins Gasometer reicht. Der eiserne Cylinder wird mit Lehm beschlagen, in einem Zugofen bis zur heftigen Rothglühhitze erwärmt; der Rückstand ist Manganoxydul-Oxyd ($\dot{Mn}+\ddot{Mn}$), das entbundne Sauerstoffgas beträgt $\frac{1}{3}$ der ganzen im Braunstein enthaltnen Menge ($3\ddot{Mn}=\dot{Mn}+\ddot{Mn}+2O$).

Der Braunstein muſs möglichst frei von eingemischtem kohlens. Kalk sein, sonst erhält man zugleich kohlensaures Gas mit. Man kann ihn deshalb prüfen, indem man eine kleine Portion mit verdünnter Schwefelsäure übergieſst; braust er auf, so enthält er kohlens. Kalk. Von

*) d. h. Säure erzeugend.

Digitized by Google

einem Pfund krystallisirten Braunstein erhält man $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Kubikfuſs Sauerstoffgas. Statt eines gröſsern eisernen Cylinders kann man auch im Kleinen einen Flintenlauf anwenden, wenn man die hintere Oeffnung und das Zündloch luftdicht verschlieſst; irdne Retorten sind minder zu empfehlen, sie sind zu porös und zerspringen leicht. — Die wohlfeilste Methode.

b) Man schüttet Braunsteinpulver und $\frac{3}{4}$ concentrirte Schwefelsäure und etwas Wasser in einen Kolben, mischt es unter einander zu einem Brei, (sonst zerspringt der Kolben leicht), setzt einen Pfropfen mit gekrümmter Glasröhre auf, und giebt mittelst einer Lampe gelinde Wärme; siehe Tafel I. Fig. 7. Die Entbindung des Gases erfolgt hier darum bei so geringer Erwärmung, weil die Verwandtschaft der Schwefelsäure zu dem Manganoxydul, welches aus dem Braunstein durch Abgabe der Hälfte seines Sauerstoffs sich bilden wird, zur Zersetzung mitwirkt; es bleibt schwefels. Manganoxydul ($\dot{Mn}\,\dddot{S}$) zurück. Man erhält also etwas mehr Ausbeute, als durch die vorige Darstellungsart.

Braunstein ($\ddot{Mn} = \dot{Mn} + O$)

Schwefels. Manganoxydul { Manganoxydul + Sauerstoff
Schwefelsäure.

3) Aus chlorsaurem Kali, ($\dot{K}\,\ddot{\ddot{A}}$). Zu dieser Darstellung wendet man denselben Apparat an, wie zu 1). Man erhält aus dem wasserfreien (geschmolznen) Salz 39,15 Gewichtsprocente reines Sauerstoffgas; der Rückstand ist Chlorkalium.

Chlorsäure

Chlorkalium { Chlor + Sauerstoff } Sauerstoffgas
Kalium + Sauerstoff

Kali

Es wird nämlich sowohl die Chlorsäure, als auch das Kali zersetzt, beide entbinden ihren Sauerstoff. — Wenn es auf ganz reines Gas ankommt, die beste Methode.

4) Aus Salpeter, salpeters. Kali, ($\dot{K}\,\ddot{\ddot{N}}$). Hiezu wendet man denselben Apparat an, wie bei 2 a). Die Salpetersäure im Salpeter wird in der Rothglühhitze zerlegt, Sauerstoffgas und später auch Stickstoffgas entweichen, weshalb das zuletzt übergehende unrein ist, salpetrigs. Kali ($\dot{K}\,\dddot{N}$), oder Stickstoffoxyd-Kali, ($\dot{K}\,\ddot{N}$), endlich bloſs Kali bleibt zurück; im erstern Fall erhält man $\frac{2}{5}$ des in der Salpetersäure enthaltnen Sauerstoffs, im letztern $\frac{3}{5}$.

Salpeter = Salpetersäure + Kali

salpetrige S. + Sauerstoff

(Kostspieliger, als aus Braunstein).

Endlich wird auch Sauerstoffgas gewonnen bei der Destillation der Salpetersäure; der Zersetzung des Chlorwassers, der Auflösungen von

chlorigs. Salze durchs Tageslicht; mittelst frischer Blätter saftreicher Pflanzen, wenn sie unter Wasser dem Sonnenlicht ausgesetzt werden.

Das Sauerstoffgas ist farb-, geruch- und geschmacklos, spec. Gewicht 1,1026, daher wiegen 100 Kubikzolle, bei 28 Zoll Barometerhöhe und 0° Wärme, 0,16303 Loth, oder 1 Kubikfuſs 2,8181 Loth; es besitzt ein Lichtbrechungsvermögen von 0,924, eine Wärmecapacität von 0,9765; leuchtet beim schnellen Zusammendrücken. Es ist zur Fortdauer des Lebens durchaus nothwendig, macht den respirabeln Theil der atmosphärischen Luft aus, im unvermischten Zustand ist es jedoch nicht zuträglich, indem es die Lungen zu heftig reitzt. Bei allen Zersetzungen durch die *Volta*sche Elektricität scheidet sich der Sauerstoff aus seinen Verbindungen mit andern Körpern stets am + Pol ab, verhält sich also stets — elektrisch.

Der Sauerstoff verbindet sich mit allen einfachen Körpern, (vom Fluor kennt man bis jetzt noch keine Verbindung) bald unter Feuererscheinung, bald ohne Licht- und Wärmeentwickelung; im erstern Fall pflegt man die Erscheinung Verbrennen zu nennen. Oxydirbar oder brennbar sind diejenigen Stoffe, welche sich überhaupt mit Sauerstoff verbinden können. Durch diesen Vereinigungsprozeſs entstehen entweder Säuren, oder Oxyde; so giebt z. B. der Kohlenstoff mit Sauerstoff ein Oxyd und 3 Säuren, der Schwefel 4 Säuren, das Eisen 2 Oxyde etc.

Es giebt Stoffe, welche ohne vorhergegangene Erwärmung bei jeder, auch einer niedern, Temperatur in Berührung mit Sauerstoff entbrennen, als Phosphorwasserstoffgas (selbst noch bei — 38°), Luftzünder (Pyrophore), Wasserstoffgas auf Platinschwamm, oder Platinblättchen geblasen, u. a. m.; die mehrsten Körper müssen jedoch erst auf einen bestimmten Temperaturgrad erwärmt werden, ehe sie verbrennen, z. B. Schwefel, Phosphor, Kohle.

Das zum Entbrennen nöthige Vorerwärmen nennt man gewöhnlich das Anzünden, Anstecken. So wird Wasserstoffgas und andere brennbare Luftarten durchs Nähern eines brennenden Körpers, durch elektrische Funken entzündet, indem es dadurch in den zu jener Verbindung nothwendigen Zustand erhöhter Temperatur versetzt wird. Zusammengesetzter ist der Vorgang beim Entzünden organischer Materien. Will man eine Wachskerze anzünden, so erhitzt man mittelst eines brennenden Stoffs (Papier, Holz) den Docht, welcher eine kleine Quantität Wachs enthält; das Wachs schmilzt, erhitzt sich bis zum Kochen, es bilden sich aber keine Wachsdämpfe, sondern dasselbe zersetzt sich, wie alle organische Substanzen, in der Hitze in brennbare Gasarten, als Kohlenwasserstoffgas, Kohlenoxydgas. Diese sind es dann, welche, wenn sie die gehörige Temperatur erreicht haben, mit dem Sauer-

stoff der umgebenden Luft sich verbindend verbrennen. Diese Thatsache läſst sich sehr einfach an einem brennenden Wachsstock oder Papier anschaulich machen; bläst man nämlich die Flamme aus, hält aber einen andern brennenden Körper darüber, so fängt die vom ausgelöschten Körper aufsteigende warme Rauchsäule (brennbare Gase und Dämpfe) sogleich Feuer, man sieht dieselbe bis zum Docht oder Papier hin sich entzünden. Durch die beim Verbrennen entbundne Wärme schmelzen die nächsten Wachstheilchen, und steigen durch Capillarität in dem Docht bis zur Flamme auf, wo sie dann eben so, wie vorhin erklärt wurde, zersetzt werden und die Verbrennungserscheinungen bedingen.

Brennen die Körper einmal, so entwickeln sie meistentheils durch ihr Verbrennen so viel Wärme, als nöthig ist, um sie auf dem zum Verbrennen erforderlichen Temperaturgrad erhitzt zu erhalten; die Kohle, oder der Kohlenstoff, macht jedoch hievon eine Ausnahme. Eine brennende Kohle verlöscht von selbst an der Luft liegend, weil die durch ihr Verbrennen entwickelte Wärmemenge, bei dem mächtigen Ausstrahlen derselben, nicht hinreicht, sie selbst genugsam zu erhitzen, so daſs sie fortbrennen könnte. Legt man aber mehrere brennende Kohlen zusammen auf einen Haufen, so werden sie nicht verlöschen, weil die Wärme, welche jede einzelne entwickelt, nun besser zusammengehalten wird, sich summirt. Man löscht daher brennende Kohlen aus, wenn man dieselben auseinander breitet, was beim Löschen von Feuersbrünsten geschieht. Selbst der Diamant brennt nur so lange in der atmosphärischen Luft fort, als er im Focus eines Brennspiegels gehörig erhitzt wird, bringt man ihn nach dem Anzünden aus dem Focus, so verlöscht er; nur im Sauerstoffgas brennt er angezündet ohne weiteres Erhitzen fort.

Wenn die brennbaren Körper in der Luft verbrennen, so kann es nur dadurch möglich sein, daſs die Luft Sauerstoffgas enthält. Entzündet man also in einem abgeschloſsnen Raum, der mit einer gemeſsnen Menge atmosphärischer Luft erfüllt ist, einen Körper, so muſs er eine bestimmte Menge atmosphärischer Luft bei seinem Verbrennen verschwinden machen, d. h. den Sauerstoff derselben verzehren.

Nimmt man eine kleine Quecksilberwanne aus Holz, siehe Fig. 14 Tafel I., schüttet 1 Zoll hoch Quecksilber hinein, thut in ein kleines Porzellanschälchen etwa 2 Gran abgetrockneten Phosphor, stellt das Schälchen auf ein Kartenblatt, welches einen etwas kleinern Durchmesser hat, als die Glocke, und bringt dasselbe aufs Quecksilber, zündet den Phosphor an, und stürzt darüber eine calibrirte Glasglocke, so werden, indem der Phosphor verbrennt, sich weiſse, dicke Nebel erzeugen, welche sich als ein weiſses, flockiges Pulver auf der Quecksilberfläche und

an den Wänden der Glocke niederschlagen, und das Quecksilber in der Glocke selbst wird ansteigen. Würde bei diesem Versuch keine Luft aus der Glocke entweichen, so müſsten von 50 Kubikzollen derselben 10½ Kubikzolle verzehrt werden, der gesammte Sauerstoffgasgehalt derselben, denn 50:10,5 = 100:21. Die entstandne Phosphorsäure wiegt aber auch mehr, als der durchs Verbrennen verzehrte Phosphor, nämlich 2¼mal so viel; sie enthält nämlich 56 Procent Sauerstoff. Bringt man dagegen in einen engen, mit Quecksilber gefüllten, Glascylinder ein kleines Stückchen Phosphor, erhitzt das Glas von Auſsen, so daſs der Phosphor schmilzt, läſst dann Sauerstoffgas blasenweis aufsteigen, so verbrennt der Phosphor und das Gas wird dabei Blase für Blase verzehrt.

Um die Feuererscheinung beim Verbrennen des Phosphors im Sauerstoffgas zu zeigen, bedient man sich gläserner Caravinen, die man mittelst eines Gasometers mit Sauerstoffgas füllt; bringt man ein Stückchen Phosphor, welches in einem kleinen Näpfchen mit einem langen Draht, Fig. 8. Tafel I., liegt, angezündet hinein, so verbrennt derselbe mit einem Glanz, den das Auge kaum zu ertragen vermag, wobei groſse Hitze entwickelt wird. Damit die Caravine nicht zerplatze, muſs man nur wenig Phosphor, der vorher abgetrocknet worden, verbrennen, und die Mündung derselben nicht schlieſsen. Die intensivere Erscheinung der Licht- und Wärmeentwickelung erklären wir uns daher, daſs in der atmosphärischen Luft nur 21 Procent Sauerstoffgas, dagegen 79 Stickstoffgas enthalten sind, welches brennende Körper zum Verlöschen bringt, und zugleich Wärme entzieht, wodurch die brennenden Substanzen abgekühlt werden, weshalb das Verbrennen in der atmosphärischen Luft weit weniger intensiv ist.

Einen andern Belag für das so eben angeführte kräftigere Verbrennen der Körper im Sauerstoffgas giebt eine Stahl- (Uhr-) Feder. Bringt man eine solche, an einem senkrecht absteigenden Draht horizontal befestigt, nachdem man das Ende mit Schwamm versehen und denselben angezündet hat, in eine mit Sauerstoffgas gefüllte Caravine, so entbrennt der Schwamm sogleich, macht das Ende der Stahlfeder glühend, wodurch auch diese unter prächtigem Funkensprühen verbrennt. Hat man ein mit Sauerstoffgas gefülltes Gasometer, z. B. ein *Pepys*'sches, siehe Tafel II. Fig. 3., so öffnet man die Hähne *a* und *d*, und hält vor die Löthrohrspitze *d* eine Weingeistflamme, macht die Feder in derselben heftig glühend, bis sie zu verbrennen beginnt, worauf man die Weingeistflamme entfernt. Daſs die beim Verbrennen im Sauerstoffgas entwickelte Wärme weit gröſser ist, als die beim gewöhnlichen Verbrennen in atmosphärischer Luft, beweist Platin, welches, in Form eines feinen Drahts, vor dem Sauerstoffgebläse in einer Weingeistflamme erhitzt in eine Kugel schmilzt, und selbst zum Verbrennen gebracht werden kann, wozu eine Hitze gehört, welche durch Ofenfeuer nicht hervorgebracht wird.

Die brennenden Körper verbrennen entweder mit oder ohne Flamme; diejenigen verbrennen mit Flamme, welche entweder an

sich gasförmig sind, oder durchs Erhitzen dampfförmig werden, oder brennbare Gasarten entwickeln, wogegen alle feuerbeständigen, nicht flüchtigen Substanzen blos zum Glühen kommen. Die Flamme wird von Gasarten, welche zum Theil verbrennen, wo sie mit Sauerstoff in Berührung kommen, zum Theil, ohne zu verbrennen, bis zum Leuchten erhitzt sind, gebildet; die zu diesem Leuchten erforderliche Hitze übersteigt die des Weiſsglühens fester Substanzen gar sehr, was man sehr leicht dadurch beweisen kann, daſs ein dünner Platindraht in der Flamme einer Weingeistlampe mit doppeltem Luftzug sogleich weiſs glüht, als man ihn hineinhält, ja daſs er mehrere Linien weit über die Flammenspitze gehalten, wo die Luft nicht leuchtet, sogleich glühend wird.

Läſst man Wasserstoffgas aus einer feinen Oeffnung ausströmen und zündet den Strom an, oder läſst Weingeist mittelst eines Dochts brennen, und betrachtet die Flamme, so sieht man zwei verschieden helle Partieen in derselben, einen innern dunkeln Kern, und einen hellen Saum. Nämlich nur dort, wo die heiſsen Gaspartikel, die heiſsen Dämpfe, mit der Luft selbst in Berührung treten, kann Verbrennen stattfinden, also auch Wärmeentwickelung, nicht aber im Innern jener Gas- und Dampfströme. Die zugespitzte Form der Flamme läſst sich dadurch erklären, daſs die in Cylinderform aufsteigenden Gase und Dämpfe mit der Luft in Berührung verbrennen, also in der Peripherie je höher je mehr verzehrt werden, abnehmen, wodurch die nach oben zu verjüngte kegelförmige Flamme sich erzeugt.

In einer Kerzenflamme, Oelflamme ist der Vorgang etwas zusammengesetzter. Man kann folgende Partieen in ihr wohl unterscheiden:

1) Einen dunkeln, kegelförmigen Kern im Innern, *a* Fig. 17. Tafel I., mit seiner Basis unmittelbar über dem Docht; 2) unten am Docht und an den Seiten desselben einen hellblauen Theil der Flamme *b*, *b*; 3) einen sehr hellleuchtenden, weiſsen Theil *c*, welcher den dunkeln Kegel *a* umgiebt und sich über ihn empor hebt und zuspitzt. Da, wo der dunkle Kegel am breitesten, ist diese leuchtende Partie am dünnsten, und wird im Verhältniſs, als der dunkle Kegel sich zuspitzt, breiter, und erreicht dann ihre gröſste Helligkeit. 4) Endlich umgiebt diesen hell leuchtenden Theil ringsum ein wenig leuchtender Saum *d*, *d*, *d*, welcher nach oben zu etwas breiter wird.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist folgende: Aus dem Wachs entwickeln sich, wie oben erwähnt wurde, durchs Anzünden brennbare Gasarten, und mit diesen zugleich auch unvollkommen zersetzte kohlenstoffreiche Dämpfe. So wie diese erhitzten brennbaren Luftarten mit der Luft in Berührung treten, erfolgt an der

Digitized by Google

Peripherie der aufsteigenden Gassäule das Verbrennen in *d, d, d.* Das am untersten Theil der Flamme brennende Gas ist nicht so bedeutend erhitzt, als weiter oben, daher die blaue Flamme an diesem Punkt. Weiter hinauf, wo die durchs Verbrennen erregte Hitze stärker ist, scheidet sich aus dem ölbildenden Kohlenwasserstoffgas, den kohlenstoffreichen dampfförmigen Verbindungen des Kohlen- und Wasserstoffs, im dunkeln innern Flammenkegel *a* Kohlenstoff aus, welcher ins Weiſsglühen kommt, wodurch der hell leuchtende Theil der Flamme *c* gebildet wird. Dieser ist unterhalb sehr schmal, weil dort die Hitze noch nicht so groſs sein kann, als weiter oben.

Daſs im Innern einer Flamme kein Verbrennen stattfindet, weil der Sauerstoff keinen Zutritt hat, beweist folgender Versuch: man zünde kochenden Alkohol in einem flachen Geschirr an, und halte in die breite Flamme ein kleines eisernes Löffelchen mit langem, winkelrecht gebognen Stiel hinein, in welchem ein Stückchen Phosphor liegt. Dieser wird wohl schmelzen, aber nicht verbrennen, so wie man ihn aber mit der Luft in Berührung bringt, wird er sogleich Feuer fangen, und wieder auslöschen, wenn er ins Innere der Flamme versetzt wird.

Hält man in eine Weingeistflamme ein Drahtgewebe, so daſs es in horizontaler Lage fast den Docht berührt, so wird man bemerken, daſs es nur da glühend wird, wo es mit der Peripherie der Flamme in Berührung steht, wodurch ein glühender Ring sich bildet; im Innern desselben bleibt das Gewebe ohne Zeichen von Glühung. Dies kann man auch mit einem dünnen Draht beweisen, welchen man quer durch eine Weingeistflamme hält; man wird deutlich, besonders wenn man gegen eine dunkle Hinterwand sieht, bemerken, wie er nur an den Stellen glüht, wo er mit der Peripherie der Flamme in Berührung steht.

Nach *Davy's* Versuchen beruht das helle Licht einer Kerzenflamme fast ganz allein auf dem Erglühen des feuerbeständigen Kohlenstoffs in dem glühenden Theil der Flamme; aus demselben Grund sind auch die Flammen von Phosphor und Zink im Sauerstoffgas, von Kalium im Chlorgas so sehr leuchtend, weil bei diesen Verbrennungen feuerbeständige Körper erzeugt werden, nämlich Phosphorsäure, Zinkoxyd, Chlorkalium, welche durch ihr Weiſsglühen das Licht der Flamme verstärken. Alle Gase und brennbaren Dämpfe, welche bei ihrem Verbrennen wieder gasförmige Produkte liefern, als Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Schwefel, Alkohol u. a. m. brennen mit einer wenig leuchtenden Flamme, welche sogleich sehr verstärkt wird, wenn man einen feuerbeständigen Körper hineinbringt, als Platindraht, Kalk, Amiantfäden, Zinkoxyd. Die Flamme des Knallgases (einer Mengung von 2 Raumtheilen Wasserstoffgas mit 1 Raumtheil Sauerstoffgas) sieht man am Tageslicht

Digitized by Google

licht kaum, hält man aber irgend einen feuerbeständigen Körper, z. B. Platindraht, Kalkkügelchen hinein, so wird derselbe so stark glühend, daſs das Auge geblendet wird. Dasselbe findet mit der Flamme einer Weingeistlampe statt, welche mit Sauerstoffgas angeblasen wird.

Eine solche Vorrichtung mit einem Kalkkügelchen, welches von 4 Seiten her von durch Sauerstoffgas angeblasne Weingeistflammen ins Glühen gebracht wird, und in dem Focus eines Reflektors gestellt ist, hat neuerdings *Drummond* in England zum Signallicht bei geodätischen Vermessungen benutzt. P. A. Bd. 9. S. 170. Neuerdings ist es zum Beleuchten der Objekte bei Mikroskopen empfohlen worden.

Entzieht man den brennenden und glühenden Gasarten den zum Verbrennen nöthigen Temperaturgrad durchs Hineinhalten guter Wärmeleiter, so kann die Flamme nicht mehr bestehen. Einen je höhern Grad von Erhitzung brennbare Gase und Dämpfe erfordern, um verbrennen zu können, desto leichter kann durch die Wirkung abkühlender Körper, guter Wärmeleiter, die Flamme verlöschen. Hält man zum Beispiel ein aus Eisendraht gefertigtes Gewebe, welches 100 Oeffnungen auf den Quadratzoll hat, horizontal in die Flamme, so geht dieselbe, so lange das Drahtgewebe nicht glüht, nicht hindurch, so wie aber dasselbe glühend ist, und glühend erhalten wird, so geht die Flamme hindurch. Je mehr Oeffnungen das Gewebe auf den Quadratzoll enthält, je mehr dünne Drähte sich kreutzen, desto mehr erkältend wirkt dasselbe auf die heiſsen Gase, desto weniger leicht wird die Flamme hindurchgehen; durch ein solches, welches an 800 Oeffnungen hat, schlägt die Flamme des ölbildenden Kohlenwasserstoffgases, selbst wenn das Gewebe glüht, nicht hindurch, indem das ölbildende Gas eine sehr hohe Temperatur erfordert, um brennen zu können. Hierauf beruht die Anwendbarkeit von Metalldrahtgeweben zur *Davy*schen Sicherheitslampe, zum *Newman*schen Knallgasgebläse, (von welchen später mehr). Auf einem gleichen Prinzip beruht *Aldini's* Sicherheitsbekleidung der zum Feuerlöschen bestimmten Mannschaft (Pompiers); sie besteht aus einem Amianthgewebe, über welches ein aus Draht gewebtes Panzerhemd gezogen wird.

Aldini in D. p. J. Bd. 35. S. 364. — Nicht alle Flammen entwickeln gleich groſse Hitze; so schmilzt z. B. Platindraht vor einer Flamme von Cyangas, nicht aber vor einer Flamme von Wasserstoffgas in atmosphärischer Luft; Wasserstoff- und ölbildendes Kohlenwasserstoffgas erzeugen beim Verbrennen im Sauerstoffgas, Wasserstoffgas im Chlorgas beträchtliche Hitze, gröſser als andere Gasarten. Verdichtung des brennbaren Gases und des Sauerstoffgases macht, daſs die Wärmeentwickelung beim Verbrennen beträchtlich vermehrt wird; einen Beweis liefert die verdichtete Knallluft im *Newman*schen Gebläse, jedoch wird

durch ein mäſsiges Verdichten und Verdünnen der atmosphärischen Luft die Hitze einer Flamme nicht beträchtlich vermehrt und vermindert, weshalb auch die Luft in allen Höhen und Tiefen, in welchen Menschen zu leben vermögen, in derselben Beziehung zum Verbrennen steht, nur ist sie auf hohen Bergen höher, gröſser, als in der Tiefe, und von geringerer Helligkeit, denn die Temperatur steht im umgekehrten Verhältniſs zum Volum der Flamme, je gröſser diese ist, desto niedriger die Temperatur, und desto weniger Licht wird entwickelt. — Das Sonnenlicht soll einen Einfluſs auf das Verbrennen äuſsern, es soll dasselbe verlangsamen; man sucht diese Erscheinung aus der desoxydirenden Wirkung des Lichts zu erklären; das violette Licht soll am meisten das Verbrennen verlangsamen. *M' Keever.*

Das Licht der Flammen ist verschieden: Phosphor, Zink, Arsenik geben ein weiſses, Schwefel ein hellblaues, Selen ein azurfarbnes Licht; Alkohol, in welchem man Boraxsäure, Kupfersalze aufgelöst hat, brennt mit einer grünen, enthält er Strontiansalze (Lithion-, Kalksalze) mit einer rothen, Barytsalze mit einer gelben Flamme. Alles dieses Licht ist nicht einfarbig (monochromatisch), sondern wird durch das Prisma in mehrfarbiges Licht zerlegt, wobei merkwürdig ist, daſs es nach *Fraunhofer's* interessanter Entdeckung zwischen dem Rothen und Gelben einen hellen, scharf begrenzten Streif giebt, welcher bei allem untersuchten Flammenlicht an ein und derselben Stelle sich zeigt; er scheint von monochromatischem Licht herzurühren, welches von beiden Enden der Flamme, besonders von dem untern, ausgeht. Auch im Grünen findet sich ein ähnlicher, aber ungleich schwächerer und minder scharf begrenzter Streif.

Nach *Brewster* und *Fraunhofer* ist das Licht von der vordern Hälfte einer durchs Glasblaserohr angeblasnen Flamme monochromatisch, d. h. einfach, homogen, und wird durchs Prisma nicht zerlegt. *Brewster* fand, daſs die gelbliche und bläuliche Flamme des brennenden schwachen, d. h. sehr wasserreichen, Weingeists, besonders wenn derselbe stark erhitzt ist, homogenes Licht ausstrahlt, worauf er seine Einrichtung einer monochromatischen Lampe zu mikroskopischen Untersuchungen gründete. — Endlich ist das Licht, welches brennende feste und tropfbarflüssige Körper aussenden, polarisirt, wogegen das Licht brennender Gasarten nicht polarisirt ist. *Fraunhofer* in G. A. Bd. 56. 270., 310. Bd. 74. S. 374. *Brewster* in P. A. Bd. 2. S. 98.

Das Gefärbtsein einer Flamme hängt aber nicht allein von der verschiedenartigen Natur des brennenden Körpers, sondern auch von dem Hitzegrad ab, bei welchem das Verbrennen geschieht. Bei mäſsiger Hitze und unvollkommnem Luftzug verbrennen die meisten Brennmaterialien nur mit gelblicher oder bläulicher Flamme, wie z. B. an der Basis der Kerzen- oder Gaslichtflamme, welche aber um so mehr weiſs und hellleuchtend wird, je voll-

ständiger das Verbrennen und je gröſser die Wärmeentwickelung dabei ist. Nach *Rumford* ist übrigens die Lichtmenge, welche Körper beim Verbrennen entbinden, keineswegs der Menge des verzehrten Brennmaterials proportional, wohl aber die entwickelte Wärme; es nimmt die Lichtmenge mit steigender Temperatur zu.

Nach Versuchen von *Clément* erfordern folgende Brennmaterialien beigesetzte Mengen von atmosphärischer Luft, mittler Temperatur, um vollständig zu verbrennen:

1 ℔ lufttrocknes Holz 4,58 ℔ atmosph. Luft = 53,5 preuſs. Kubikfuſs; Sauerstoffgehalt 1,0579 ℔

1 ℔ Holzkohle 11,00 ℔ atmosph. Luft = 128,5 preuſs. Kubikfuſs; Sauerstoffgehalt 2,541 ℔

1 ℔ gewöhnl. Steinkohle 13,94 ℔ atmosph. Luft = 162,8 preuſs. Kubikfuſs; Sauerstoffgehalt 3,220 ℔

Da jedoch niemals aller Sauerstoff der Luft beim gewöhnlichen Verbrennen verzehrt und in Kohlensäure verwandelt wird, sondern wenigstens zur Hälfte ungenutzt mit dem erzeugten kohlensauren Gas und dem Stickstoffgas der Luft entweicht, wie *Clément's* Versuche bewiesen haben, ja selbst unter Umständen fast $\frac{2}{3}$, so muſs die Menge der Luft zum wenigsten verdoppelt werden, um ein vollständiges Verbrennen der Brennmaterialien hervorzubringen. Es sind daher um 1 ℔ lufttrocknes Holz vollständig zu verbrennen mindestens 10 ℔, ja 12 ℔ Luft = 107 bis 129 Kubikfuſs erforderlich etc. Deshalb ist es nöthig, bei allen Feuerungen eine groſse Menge Luft herbeizuschaffen, damit das Verbrennen des Brennmaterials möglichst vollkommen geschehe, und nicht zu viel im unverbrannten Zustand, als Rus, Brandharz, Holzsäure etc. in den Schornstein übergehe. Ein Uebermaſs von Luft, welche durch den Zug herbeigeschafft wird, kann jedoch den Nachtheil bedingen, wie namentlich bei den Stubenöfen, daſs dadurch die Hitze der Ofenwände vermindert wird, indem diese durch den Strom kalter Luft abgekühlt werden.

Ueber die durchs Verbrennen verschiedner Brennmaterialien erzeugte Wärme enthält die nachstehende Tabelle das Weitere.

Digitized by Google

Tabelle

über die durchs Verbrennen verschiedner Brennmaterialien und Leuchtkörper erzeugte Wärme.

Nach den Versuchen von *Lavoisier, La Place, Rumford, Dalton, Clément, Despretz.*

***(Péclet* und *Dumas* bezeichnen Angaben aus den Werken jener Schriftsteller ohne nähere Bezeichnung der Experimentatoren.)**

Name des Brennmaterials	Schmelzt Eis	Erwärmt Wasser von 0° bis 100°
1. Kilogramme.	Kilogramme.	Kilogramme.
Wasserstoffgas	295	221,25 *Clém.*
		234,00 *La Pl.*
		236,40 *Despr.*
Kohlenwasserstoffgas		63,75 *Dalt.*
Oelbildendes K. wasserst. gas		66,00 —
Kohlenoxydgas		18,57 —
Vollkommen trocknes Holz	48,88	36,66 *Clém.*
		35,97 (*Pécl.*)
Lufttrocknes Holz 20% Wassergehalt	38,41	29,45 *Clém.*
Desgl. 25% Wassergehalt		26,00 (*Pécl.*)
		27,00 (*Dum.*)
Holzkohlen	94	70,50 *Clém.*
		73,00 (*Pécl.*)
		75,00 (*Dum.*)
Steinkohlen 1ster Qualität	94	70,50 *Clém.*
Steinkohlen 2ter Qualität 20% Aschengehalt	76,8	59,35 —
Steinkohlen fette, mittler Qualität		60,00 (*Dum.*)
Coaks von 10% Aschengehalt	84,6	63,45 *Clém.*
» » 15 »		66,00 (*Dum.*)
		65,00 (*Pécl.*)
Gewöhnlicher Torf	20	15,00 *Clém.*
Guter »		30,00 (*Pécl.*)
Torfkohle von 18% Aschengeh.		64,00 (—)
» 20 »		63,00 (*Dum.*)
Baumöl		90,44 *Rumf.*
		111,96 *Lav.*

Name des Brennmaterials	Schmelzt Eis	Erwärmt Wasser von 0° bis 100°
1. Kilogramme.	Kilogramme.	Kilogramme.
Gereinigtes Rüböl		93,07 *Rumf.*
Schwefeläther 0,728		80,30 —
Alkohol 99% Trall.		61,95 —
» 84,5% »		52,61 —
Talg		71,86 *La Pl.*
		86,39 *Rumf.*
Weiſses Wachs		94,79 —
		105,00 *La Pl.*
Steinöl 0,827		73,38 *Rumf.*
Phosphor		75,00 *La Pl.*
Terpenthinöl		45,00 *Dalt.*

Name des Brennmaterials	Erwärmt Wasser von 0° bis 100°	1 preuſs. Scheffel erwärmt Wasser von 0° bis 100°
1. Hectolitre.	Kilogramme.	preuſs. Pfund.
Steinkohle	4800 *(Dum.)*	5631,75
Eichenkohle	2550 *(Pécl.)*	
	1875 *(Dum.)*	2202
Aeschenkohle	2190 *(Pécl.)*	
Buchenkohle	1760 *(—)*	
	1875 *(Dum.)*	2202
Rüsterkohle	1670 *(Pécl.)*	
Birkenkohle	1530 *(—)*	
	1725 *(Dum.)*	1992,5
Kastanienkohle	1460 *(Pécl.)*	
Fichtenkohle	1600 *(—)*	
	1575 *(Dum.)*	1851
Pappelkohle	1090 *(Pécl.)*	
Coaks	1820 *(—)*	
	1980 *(Dum.)*	2338,9
Torfkohle	3000 *(—)*	3525,98?
1. Corde.		1 preuſs. Klafter.
Eichenholz (Querc. alba)	68460 *(Pécl.)*	122176?
Aeschenholz	59740 —	106613
Buchenholz	56030 —	99992
Rüsterholz	44870 —	80076
Birkenholz	41020 —	73205

Digitized by Google

Name des Brennmaterials	Erwärmt Wasser von 0° bis 100°	1 preuſs. Klafter erwärmt Wasser von 0° bis 100°
1 Corde.	Kilogramme.	preuſs. Pfund.
Kastanienholz	40350 (*Pécl.*)	72027
Fichtenholz	42630 —	76095
Pappelholz	30690 —	54773
Torf 2ter Qualität	60000 —	107094 ?
— desgl.	50000 (*Dum.*)	89231 ?

Vergleiche auch *Marcus Bull* über die Wärmemengen, welche durchs Verbrennen verschiedner Holzarten erzeugt werden, in dem Americ. Journal by *Jones*. Vol. 1. p. 257., 360.

Die zum Verbrennen nöthige Luftmenge wird nun entweder durch Gebläse (Blasebälge, Cylinder-, Kastengebläse, Wassertrommeln) in den Ofen geschafft, oder durch den Luftzug. Aus der Physik ist bekannt, daſs Luftzug dadurch entsteht, daſs man die durchs Verbrennen erhitzte Luft in einem Kanal, Schornstein, aufsteigen läſst; je gröſser nun die Differenz zwischen der Temperatur und Dichtigkeit der im Schornstein aufsteigenden gegen die der umgebenden äuſsern Luft ist, desto kräftiger wird das Nachströmen der kältern Luft in die Feuerstätte erfolgen, und umgekehrt.

Es wiegen 100 preuſs. Kubikfuſs atmosphärischer Luft, bei 28 Zoll Barometerhöhe, 0° Wärme und völliger Trockenheit 8,5624 Pfund, bei 100° aber, indem sich die Luft von 0° bis 100° erwärmt um 0,375 ihres Raums, den sie bei 0° hatte, ausdehnt, und sich die Dichtigkeiten bei gleichem Druck umgekehrt wie die Räume verhalten, also 1375 : 1000 = 8,5624 : 6,2272, nur 6,2272 Pfund; folglich beträgt die Steigkraft 8,5624 — 6,2272 = 2,3352 Pfund. Gesetzt es sei ein Schornstein 150 Fuſs hoch, die äuſsere Luft habe eine Temperatur von 0°, die innere von 100°, so wird, von allen Hindernissen der Bewegung abgesehen, auch davon, daſs die Luft im Schornstein eine durchs Verbrennen veränderte Mischung und Dichtigkeit erlangt hat, die Schnelligkeit des Luftzugs 59,28 Fuſs betragen. Aus der Physik ist nämlich bekannt, daſs die Geschwindigkeit, mit welcher Luft in einen, sei es luftleeren, oder lufterfüllten Raum einströmt, aus der Differenz der Dichtigkeit der einströmenden Luft und derjenigen, welche den Raum bereits erfüllt, gefunden werden kann. Bei Gleichheit des Drucks, unter welchem beide Luftsäulen stehen, bedingt das Temperaturverhältniſs eine Differenz. Denkt man sich nämlich die 150 Fuſs hohe äuſsere kalte Luftsäule von gleicher Temperatur, als die gleich lange innere, so würde sie dann eine Länge von 206,25 Fuſs haben (denn 150 × 100 × 0,00375 = 56,25), also um 56,25 Fuſs jene übertreffen. Nun verhält sich aber die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft bei einer Druckhöhe von 56,25 Fuſs gleich der

zu dieser Fallhöhe gehörigen Endgeschwindigkeit, also

$$= \sqrt{15{,}62 \times 4 \times 56{,}25} \text{ d. i. } = 59{,}28 \text{ preuſs. Fuſs.}$$

Je höher daher, im Allgemeinen, der Schornstein ist, desto gröſser wird die Geschwindigkeit der in den Feuerraum einströmenden Luft sein, desto mehr Luft wird also in einer gegebnen Zeit mit dem Brennmaterial in Berührung kommen, weshalb das Verbrennen vollständiger, und die Entwickelung von Wärme vergröſsert. Daher wird auch bei Feuerungen, welche rauchen, sogleich durch Erhöhung des Schornsteins dem Uebel abgeholfen, denn das Rauchen ist die Folge eines unvollkommnen Verbrennens; es ist mit einer sogenannten trocknen Destillation zu vergleichen, durch welche organische Körper nicht gänzlich in binäre Verbindungen zersetzt werden, sondern auch mehrfach zusammengesetzte entstehen, wie Rus, Holzessig, brenzliches Oel, welche bei gehörigem Zutritt von Luft nicht hätten entstehen können, indem sie noch brennbar sind. (Hiervon wird später in der „Einleitung zur organischen Chemie" weitläuftiger gehandelt werden.)

Hohe Schornsteine sind nicht genug zu empfehlen; in England verbindet man oft durch unterirdische Kanäle verschiedne Feuerungen mit einem einzigen sehr hohen Schornstein von 150 bis 175 engl. Fuſs Höhe. Vergleiche das beim englischen Kupferhüttenprozeſs in der Abtheilung 2. Gesagte. (*Péclet Traité de la chaleur, Paris* 1828. 2 *Tomes.* Uebersetzt von *Hartmann*, Leipzig 1829—33.)

Im Kleinen sieht man das so eben Gesagte an den Lampen bestätigt. Eine gewöhnliche Oellampe mit zusammengedrehtem Docht brennt mit einer wenig leuchtenden rothen Flamme, giebt einen unangenehmen Rauch (Blak) von sich, erwärmt wenig, setzt viel Kohle im Innern der Flamme am Docht ab, weil aus Mangel an einer genugsamen Menge Sauerstoff viele Theile unverbrannt entweichen. Wenn man dagegen den Docht, nach *Argand's* Weise, hohl verfertigt, so daſs auch von Innen durch einen Luftstrom das Verbrennen eben so gut erfolgen könne, wie von Auſsen, einen gläsernen Cylinder aufsetzt, um den Zug hervorzubringen, so wird das Verbrennen vermehrt, die Hitze verstärkt, die Flamme hellleuchtend, das Rauchen aufgehoben; so wie aber der Cylinder abgenommen wird, oder die Zuglöcher zugehalten werden, ist das Verbrennen sogleich wieder unvollkommen, und alle vorigen Erscheinungen treten wieder ein, weil dadurch der Luftzug gehindert, also nicht mehr eine genugsame Menge Sauerstoff herbeigeschafft wird. Je stärker der Zug, je weniger der Docht verkohlt und je weniger erhitzt das Oel der Flamme zugeführt wird, desto heller leuchtend ist die Flamme. (Lampen mit Pumpen und Uhrwerk.)

Digitized by Google

Auch durchs Löthrohr wird eine gröſsere Hitze der Flamme hervorgebracht, als sie ohnedem besitzt. Es wird nämlich verdichtete Luft ins Innere der Flamme geblasen, wodurch auch hier vollständiges Verbrennen möglich, und die Wärmeentwickelung verstärkt wird. Eine mit dem Löthrohr angeblasne Flamme kann daher nicht so leuchten, wie eine gewöhnliche, indem hier nur wenige kohlige Theilchen zum Erglühen gelangen können, fast alles verbrannt wird; die Hitze concentrirt sich in der Spitze der Flamme.

Die Anordnung der einzelnen Partien in der mit einem Löthrohr angeblasnen Kerzenflamme muſs daher auch eine andere sein, als in einer gewöhnlichen, vergleiche Fig. 13. Tafel I. mit Fig. 17. Die hellleuchtende Partie *c* wird beträchtlich kleiner, dagegen die brennende *d* durch den Luftzutritt von Innen und Auſsen weit gröſser; der schwarze Kegel *a* verkürzt sich beträchtlich. Hält man einen oxydirbaren Körper in den Theil einer angeblasnen Flamme, wo das Verbrennen stattfindet, also der Luftzutritt beträchtlich ist, so wird er in demselben oxydirt, bringt man dagegen einen oxydirten Stoff in den Theil einer angeblasnen Flamme, wo kein Verbrennen statt findet, so wird derselbe durch die hier befindlichen brennbaren Luftarten, den glühenden Kohlenstoff, seines Sauerstoffs beraubt, desoxydirt. — Reducirende d. i. desoxydirende und oxydirende Wirkung der Flamme. Im Groſsen giebt die Wirkung der Flamme im Puddelofen ein Beispiel.

Die Bedingungen also, unter welchen allein das Verbrennen möglich ist, sind: freier Zutritt der Luft und eine bestimmte Temperatur, an welche die Fortdauer des Verbrennens geknüpft ist. Hebt man jene Bedingungen auf, so wird auch das Verbrennen aufgehoben.

Ohne Sauerstoff ist eine Oxygenation (Verbrennen) absolut unmöglich; selbst ein bedeutender Grad von Verdünnung der Luft ist hinreichend, das Verbrennen aufzuheben, oder gar nicht eintreten zu lassen. Stellt man ein brennendes Wachslicht unter die Glocke der Luftpumpe, und pumpt die Luft aus, so brennt es mit immer matter werdender Flamme, bis es sehr bald verlöscht; Schieſspulver, Phosphor, Schwefel brennen nicht im möglichst luftverdünnten Raum, wird jedoch die Verdünnung nur bis auf $\frac{1}{60}$ getrieben, so verbrennt noch Phosphor; Knallgas bis auf $\frac{1}{18}$ verdünnt, wird durch elektrische Funken nicht mehr entzündet. Bringt man ferner einen brennenden Körper in kohlensaures, schwefligsaures Gas, Chlorgas, Stickstoffgas, in Luftarten, welche theils keinen Sauerstoff enthalten, theils nicht im Stande sind, Sauerstoff an den brennbaren Körper abzutreten, so muſs derselbe verlöschen. Auf diese Art löscht schwefligsaures Gas brennenden Rus im Schornstein, ebenso kohlensaures und Stickstoffgas, wenn man den Schornstein verstopft und die Gase dadurch

Digitized by Google

zurückhält. Selbst dadurch, daſs man zur atmosphärischen Luft von jenen genannten Gasarten viel hinzumischt, kann das Verbrennen unmöglich gemacht werden, obschon dann Sauerstoffgas nicht ganz mangelt, aber von vielen andern, zum Unterhalten des Verbrennens nicht tauglichen, Lufttheilchen umgeben ist, welche auch dadurch noch nachtheilig einwirken, daſs sie Wärme entziehen. Endlich kann auch noch, wie z. B. beim Knallgas, durch ein unzweckmäſsiges Verhältniſs des brennbaren Stoffs zum Sauerstoff das Verbrennen unmöglich werden; 1 Raumtheil Wasserstoffgas und 26 Raumtheile Sauerstoffgas, oder ein Raumtheil Sauerstoffgas und 16 Raumtheile Wasserstoffgas entzünden sich nicht mehr durch den elektrischen Funken, ebenso nicht 1 Rmthl. Oelgas (von den tragbaren Gaslampen) und 25 Rmthle., oder weniger als 8 Rmthle. atmosphärische Luft.

Soll ein Körper brennen, so muſs er stets auf einem bestimmten Temperaturgrad erhalten werden, bei welchem das Verbrennen möglich ist, wird er unter diesen abgekühlt, so muſs er verlöschen. Man bläst eine Kerzenflamme aus, indem man nicht allein das regelmäſsige Aufsteigen des brennbaren heiſsen Gasstroms stört, die heiſsen Gase zerstreut, sondern hauptsächlich dieselben so abkühlt, daſs sie nicht mehr brennen können. Warum gelingt dies nicht bei einer glimmenden Kohle? weil hier der brennbare Körper kein Gas ist, welches zerstreut und dadurch abgekühlt werden kann. Die feuerlöschende Eigenschaft des Wassers beruht hauptsächlich auf der erkältenden Wirkung desselben. So wie nämlich Wasser auf einen brennenden festen Körper, Kohle, Holz etc. gegossen wird, entzieht es demselben, indem es verdampft, viel Wärme. Wasser von 0° Wärme bedarf, um in siedend heiſsen Dampf verwandelt zu werden, 640° Wärme.

Wenig Wasser bei groſsem Feuer hilft nicht nur nichts, sondern vermehrt im Gegentheil noch das Verbrennen kohliger Substanzen. Deshalb leitet man Wasserdämpfe in Feuerungen, wo man Steinkohlen, welche wenig Wasserstoff enthalten (Sinterkohlen, Sandkohlen), oder auch Coaks brennt, um dadurch eine groſse Flamme zu erhalten, und gröſsere Hitze zu gewinnen. Der Grund hievon ist der, daſs glühende kohlige Körper das Wasser zerlegen, den Sauerstoff aufnehmen, wodurch ihr Verbrennen beschleunigt wird, den Wasserstoff aber gasförmig entbinden, welcher sogleich wieder in Flammengestalt durch den Sauerstoff der Luft verbrennt, und durch sein Verbrennen die Hitze beträchtlich vermehrt. Deshalb hebt heiſser Wasserdampf das Rauchen der Flammen von fetten und flüchtigen Oelen, von Theer sogleich auf, sie brennen heller und ohne Rauch. — ***Morey's Water-burner,*** Wasserbrenner, ***Rutter's*** Heitzmethode.

Digitized by Google

Sillim. American Journal Vol. 2. pag. 119., 122. Vol. 7. pag. 141. *Dana*, das. Vol. I. No. 4. — *Rutter* in D. p. J. Bd. 50. S. 77., 174., 253. Bei im Hohofen von Schierke, am Harz, angestellten Versuchen wurde das wöchentliche Ausbringen an Roheisen mittelst Holzkohlen von 228 Centner durch stetes Einströmen von Wasserdampf in die Form auf 352 Centner gesteigert. E. J. Bd. 2. S. 509. — Man kann unter dem Rost, bei Steinkohlenheitzung, ein Wassergefäſs anbringen, in welches die kleinen Kohlen und die Asche fallen, wodurch Wasserdampf erzeugt wird, der durch den Rost aufsteigt, und einmal denselben von unten kühlt, sodann das Verbrennen der Kohlen befördert, und eine Stichflamme erzeugt.

Auflösungen von Salzen, Wasser in welchem Lehm oder Thon zerrührt ist, werden als vorzüglich geeignet empfohlen, Feuer zu löschen. Erstere sind im Groſsen des Preises wegen nicht anwendbar, letzteres verstopft die Spritzenröhren; beiderlei Materien halten aber dadurch, daſs sie auf den brennenden Körpern eine Kruste, einen Ueberzug bilden, die Luft ab, wenn nicht jene Decke durch die Erhitzung abspringt. Auf demselben Prinzip beruht auch der Gebrauch einiger Salze, mittelst welcher man Holzwerk, Leinwand, Papier unverbrennlich zu machen versucht hat, z. B. des Boraxes und Salmiaks zu gleichen Theilen, des Alauns, phosphorsauren Natron-Ammoniaks, des Wasserglases u. a. m. Diese Substanzen schmelzen in der Hitze und bilden einen dichten, glasartigen Ueberzug auf der Oberfläche jener Materien, wodurch der Zutritt der Luft gänzlich abgehalten wird, also kein Verbrennen stattfinden kann; deshalb wird aber eine Verkohlung nicht unmöglich gemacht. — Wenn Oel brennt, so ist Wasser darum nicht anwendbar, weil erstlich Wasser schwerer ist, als Oel, also das Oel nicht bedeckt und die Luft nicht abzuhalten vermag, zweitens das brennende Oel eine solche Hitze besitzt, daſs das Wasser, welches vermöge seines specifischen Gewichts unter das Oel herabsinkt, in Dämpfe von groſser Spannung verwandelt wird, welche das brennende Oel umherschleudern. In einem solchen Fall ist das Beste, das Gefäſs fest zu verschlieſsen, Asche aufzustreuen.

Mengt man Kohlenwasserstoff- und Sauerstoffgas, taucht in das Gemeng einen dünnen, spiralförmig gewundnen, heiſsen Platindraht, so wird er sogleich glühend, und fährt fort zu glühen, so lange als das Gemeng noch entzündlich ist; eben so verhalten sich Gemenge von ölbildendem Kohlenwasserstoff-, Kohlenoxyd-, Wasserstoff- und Cyangas, von Alkohol-, Aether-, Stein- und Terpenthinöl-, Kampherdämpfen mit atmosphärischer Luft. Auſser Platindraht kann auch Palladium- und Stahldraht (Kupferdraht), nicht aber Gold- und Silberdraht angewendet werden. Die Erklärung

Digitized by Google

ist folgende. Durch den heiſsen Platindraht wird die Vereinigung der brennbaren Gase und Dämpfe mit dem Sauerstoff der Luft bedingt, es verbinden sich in der Umgebung derselben die erstern mit den letztern, wobei so viel Wärme entwickelt wird, daſs der Platindraht dadurch ins Glühen kommt und so lange im Glühen bleibt, als jene sich noch verbinden.

G. A. Bd. 56. S. 166., 247.

Auf dieser Thatsache beruht die Wirkung der Glühlampe, *lampe sans flamme*, *aphlogistic lamp*, welche *Clarke* und *Gill* einrichteten. Man nimmt einen Platindraht von 0,01 engl. Zoll Stärke, bildet 8 bis 10 Spiralwindungen, hängt die kleine Spirale mittelst eines gebognen Platindrahts, den man in den Docht einer Weingeistlampe einsteckt, über dem Docht auf. Ist die Platinspirale durch den angezündeten Docht ins Glühen gekommen, so setzt man, um die Flamme zu löschen, auf ein Moment die Kappe auf die Lampe, und nimmt sie sogleich wieder ab, worauf der Platindraht fortfährt zu glühen, so lange noch Alkohol verdunstet; er leuchtet im Dunkeln ziemlich stark. Produkt ist auſser Kohlensäure die sogenannte Lampensäure, d. i. ein Gemisch von Essig- und Ameisensäure, welches für die Geruchs- und Athmungswerkzeuge lästig ist. (Räucherlämpchen, wenn man aromatischen Spiritus anwendet, und eine mit Platinschwamm überzogne dünne, hohle Glaskugel; siehe unter Wasserstoffgas). Füllt man die Lampe mit Aether, so ist das Glühen noch heftiger.

Oben Seite 76 ist bereits angeführt worden, daſs sich brennbare Körper mit Sauerstoff verbinden können, auch ohne daſs eine Feuererscheinung dabei stattfindet, indem die Vereinigung sehr langsam erfolgt, oder die Temperatur zu niedrig ist. So verbinden sich bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft mehrere Metalle mit dem Sauerstoff, oxydiren sich, als z. B. Kalium, Natrium, Eisen, Zink, Mangan, Blei, ohne daſs dabei eine merkliche Wärme- und Lichtentwickelung stattfindet; Stickstoffoxydgas vereint sich, selbst in der gröſsten Kälte, augenblicklich mit Sauerstoff zu salpetriger Säure; reducirter farbloser Indigo mit dem Sauerstoff der Luft zu blauem Indig; Kohle erzeugt Kohlensäure bei einer Temperatur, welche etwas höher ist, als wo Quecksilber kocht (360°), ohne dabei zu glühen.

Als Anhang zu dem Gesagten folgt die Beschreibung des Desoxydationsprozesses, eines Vorgangs, durch welchen oxydirten Körpern der Sauerstoff entzogen wird. Dies geschieht entweder a) durch bloses Erhitzen, oder b) durch Hitze unter Mitwirkung eines andern Stoffs, welcher zum Sauerstoff groſse Verwandtschaft besitzt. Sind es Metalloxyde, welche desoxydirt werden, so nennt man den Prozeſs Reduktion.

a) Durchs Erhitzen allein können nur diejenigen Körper

ihres Sauerstoffs beraubt werden, welche denselben nicht fest gebunden enthalten, als z. B. die Oxyde edler Metalle, Gold-, Platin-, Silber-, Quecksilberoxyd. Die Ueberoxyde geben in der Hitze nur einen Theil ihres Sauerstoffgehalts ab, nicht die ganze Menge, als Braunstein, Mennige u. a. m. (Durch die höchsten Hitzegrade, welche man nur durchs Knallgasgebläse erreichen kann, sollen selbst Erden ohne Reduktionsmittel desoxydirt werden).

b) Mehrere Stoffe haben theils an sich, theils im erhitzten Zustand sehr groſse Verwandtschaft zum Sauerstoff und sind daher im Stande, andern oxydirten Körpern denselben zu entziehen. Solche Materien sind: Kalium, das kräftigste Mittel um zu desoxydiren, Wasserstoff, Kohlenstoff, (Oele, Fette, Harze, welche vielen Wasser- und Kohlenstoff enthalten). Im Groſsen gebraucht man nur allein die Kohle, wie in den Hüttenwerken, um Eisen-, Kupfer-, Blei-, Zink-, Zinnoxyd zu desoxydiren, und aus ihnen das Metall zu gewinnen. Es ist jedoch bei der Anwendung des Kohlenstoffs nicht zu übersehen, daſs sich viele Metalle im Moment der Reduktion mit Kohlenstoff verbinden, wodurch keine reinen Metalle beim Verschmelzen der Erze mit Kohlen erhalten werden, sondern Metalle, die bald mehr bald minder mit gekohlenstofftem Metall verbunden sind. Dies ist zum Beispiel beim Roheisen, beim Zink, Zinn (beim Mangan, Uran) der Fall. Will man daher Metalle im Kleinen rein erhalten, so muſs man deren Oxyde durch Wasserstoffgas desoxydiren, eine Methode, welche erst in der neuern Zeit üblich geworden ist.

Zu dem Ende bedient man sich folgenden Apparats: man entbindet in einer Entbindungsflasche, siehe Fig. 11. Tafel I., Wasserstoffgas, leitet es durch eine mit Chlorcalcium gefüllte Röhre, Fig. 27., hindurch in den Reduktionsapparat, welcher aus einer in der Mitte zu einer dünnen Kugel ausgeblasnen Glasröhre besteht, in welcher sich der zu desoxydirende Körper befindet. Sobald als das Wasserstoffgas eine Minute lang durch den Apparat geströmt, und alle atmosphärische Luft ausgetrieben hat, bringt man eine Spiritusflamme unter die Kugel, und giebt bald gelindere, bald heftigere Hitze, durch welche, wie in dem *Döbereiner*schen Versuch, eine Wasserbildung befördert wird, indem das Oxyd seinen Sauerstoff an das Wasserstoffgas abtritt, wobei das reducirte Metall lebhaft glüht.

Schüttet man das bei möglichst niedriger Temperatur reducirte, noch warme, staubförmige Metall aus der Röhre aus, so pflegt es oft, wie ein Luftzünder, sich zu entzünden. Dies zeigen besonders Eisen, Kobalt, Nickel, Uran, welche schon bei 360° reducirt werden. Einmischungen von Kohle, Thonerde, Kieselerde stören diese Erscheinung nicht, können eher noch förderlich sein, indem sie die Theilchen des Metalls vor dem Zusammenbacken in

der Hitze bewahren. Hierauf ist die Anwendung des mit Thonerde vermischten Platinschwamms zu eudiometrischen Untersuchungen begründet, wovon später mehr; die Beschaffenheit des *Homberg*schen Pyrophors. Aber nicht alle Metalloxyde werden auf diese Weise reducirt, folgende z. B. nicht, als: Zink-, Mangan-, Chrom-, Cerer-, Tantaloxyd, Titansäure.

Man kann die mehrsten Metalle auch dadurch reducirt darstellen, dafs man die sauerkleesauren Oxyde trocken in Röhren erhitzt, wobei kohlensaures Gas, Wasserdampf (oft auch nicht) entweichen, und das Metall in Staubform zurückbleibt.

Pyrophore, Luftzünder, nennt man Materien, welche die Eigenschaft besitzen, sich von selbst zu entzünden, so wie sie mit der Luft in Berührung kommen. Es beruht dieser Vorgang auf einer Oxydation, welche von der Lockerheit, Porosität, eignen elektro-chemischen Bethätigung abhängt, und mit Feuererscheinung verknüpft ist. Zu den pyrophorischen Substanzen gehören nicht allein obige fein zertheilte Metalle, sondern auch selbst fein gepulverte, frisch ausgeglühte Holzkohle, Rus, fein gepulvertes und etwas angefeuchtetes Arsenikmetall, mit Kohle gemengtes, frisch reducirtes Schwefelkalium u. a. m.

Darstellung des *Homberg*schen Pyrophors. Man mengt 3 Th. Alaunpulver und 1 Th. Mehl, schüttet das Gemeng in ein Medicinglas mit einem passenden Kreidestöpsel, setzt dasselbe in einen mit Sand gefüllten Schmelztiegel und erhitzt diesen so lange, bis das Gemeng nicht mehr raucht und schwarzgrau aussieht, dann stöpselt man das Glas fest zu. So wie man die Masse ausschüttet, kommt dieselbe augenblicklich ins Glühen. Durch die Calcination ist der Alaun, welcher aus schwefels. Thonerde und schwefels. Kali besteht, durch das Mehl desoxydirt worden, es hat sich Schwefelkalium erzeugt, welches mit Thonerde und Kohle innig gemengt ist, und in Berührung mit dem Sauerstoff der Luft sich schleunig oxydirt und dadurch Wärme entwickelt; aber auch die Kohle selbst mag einigen Antheil an der Erscheinung haben. Schwefels. Thonerde, ohne schwefels. Kali, mit Mehl geglüht, giebt keinen Pyrophor, eben so wenig schwefels. Baryt, wohl aber schwefels. Kali, Natron mit Mehl oder Rus behandelt. Die Kohle kondensirt atmosphärische Luft und Wasserdampf, wodurch das Schwefelkalium, oder Schwefelnatrium, sich schnell oxydirt und erhitzt.

Zweites Kapitel.

Vom Wasserstoff.

Wasserstoff, *Hydrogène* *), *Hydrogen*, Wasserstoffgas, (H) wurde von *Cavendish* 1766 zu bereiten gelehrt, und hiefs früher brennbare, inflammable Luft. Es kommt nirgends in der Natur rein vor, macht den zweiten Bestandtheil im Wasser aus, 11,1

*) d. h. Wasser bildender Stoff.

Gewichtsprozente; es ist in allen organischen Körpern enthalten, mit Ausnahme der Sauerklee- und Honigsteinsäure.

Man stellt das Wasserstoffgas aus dem Wasser ($\dot{H}$) entweder mittelst der *Volta*schen Säule, glühenden Eisen, oder mittelst Zink und Schwefelsäure dar.

a) Mittelst der *Volta*schen Säule. Schon ein einzelnes Plattenpaar (Zink und Platin) vermag Wasser zu zersetzen, wenn dem Wasser, zur bessern Erregung und Schlieſsung der Kette, ein klein wenig Säure zugesetzt wird; noch wirksamer geschieht diese Wasserzersetzung durch die *Volta*sche Säule. Am — Pol sammelt sich das Wasserstoffgas, während sich am + Pol das Sauerstoffgas abscheidet. Man hat zu dem Ende einen Apparat, welcher dazu dient, beide Gase, ein jedes für sich, aufzufangen. — Das reinste Gas.

b) Man zerlegt das Wasser mittelst Zink und Schwefelsäure. Zu dem Ende bedient man sich einer Entbindungsflasche Tafel I. Fig. 11., thut gekörnten Zink, oder Streifen Zinkblech hinein, schüttet Wasser und ⅓ concentrirte Schwefelsäure dazu, und läſst die erste Portion des sich entbindenden Gases entweichen, welche mit atmosphärischer Luft vermengt ist. (Gekörnter Zink wird erhalten, wenn man Zink schmelzt und in Wasser gieſst, während dasselbe mit einem Ruthenbesen stets umgerührt wird). Jedoch ist das so erhaltne Gas unrein, es besitzt einen widrigen Geruch; dies kommt daher, daſs aller Zink Kohlenstoff enthält, welcher, während der stattfindenden Wasserzersetzung, sich mit etwas Wasserstoff verbindend, eine ölartige, flüchtige Substanz bildet, die sich in Dampfform dem Gas beimengt, und dadurch abgeschieden werden kann, daſs man das stinkende Gas durch Aetzkalilauge, oder Kalkmilch leitet, welche das ölige Wesen aufnehmen. (Die Erklärung der Wasserstoffgas-Entwickelung siehe Seite 9.).

c) Will man Wasser durch glühendes Eisen zerlegen, so bedient man sich eines Apparats, welcher auf Tafel I. Fig. 38. abgebildet ist. Man treibt durch ein glühendes Flintenrohr, welches mit dünnem Eisendraht angefüllt ist, Wasserdämpfe, indem man am einen Ende des Rohrs eine Retorte mit demselben in Verbindung bringt, in welcher Wasser durch eine Spirituslampe kochend erhalten wird. Um das Rohr glühend zu machen, dient der Röhrenofen. Am andern entgegengesetzten Ende ist ein Glasrohr angebracht, um das entwickelte Wasserstoffgas in ein Gasometer, oder in den pneumatischen Apparat zu leiten. In der Röhre bildet sich durch den Sauerstoff des Wassers Eisenoxydul-Oxyd. Diese Methode ist umständlich, jetzt weniger üblich. (Auf eine ähnliche Weise kann sich in eisernen Dampferzeugern, wenn sie

rothglühend werden, Wasser zersetzen und Wasserstoffgas entwickeln).

Das Wasserstoffgas ist farb-, geruch- und geschmacklos, specifisches Gewicht 0,0688 bis 0,0689; daher wiegen 100 Kubikzoll bei 28 Zoll Barometerhöhe und 0° Wärme 0,01095 Loth, 1 Kubikfuſs 0,18924 Loth, es ist also fast 15 mal leichter als atmosphärische Luft, der leichteste aller Körper; das Lichtbrechungsvermögen 0,47, die Wärmecapacität 0,9033. Es ist brennbar, wird durch brennende Körper, elektrische Funken entzündet, und verbrennt mit einer matten, gelblichen Flamme, unter Entwickelung von groſser Hitze. Es ist zum Athmen untauglich, obschon es einigemal ohne Nachtheil geathmet werden kann, so macht es doch bei fortgesetztem Gebrauch Brustbeklemmung und Ohnmacht, tödtet durch Sauerstoffentziehung.

Man benutzt Wasserstoffgas: 1) zur elektrisch-chemischen Zündmaschine, von deren Einrichtung weiter unten, Seite 99. das Nähere.

2) Zur Füllung der Aërostaten, oder Luftbälle. *Charles* war der erste, welcher 1783 Wasserstoffgas zur Füllung anwendete; er machte mit *Robert* zusammen am 1. Dezember desselben Jahrs eine Luftfahrt mit einem solchen Aërostaten. Später stellten *Blanchard*, *Garnerin* u. a. als Schausteller viele Luftfahrten an. Um zu diesem Behuf das Gas zu entbinden, bedient man sich des Eisens (aber nicht des Guſseisens), entwickelt es in Fässern, aus welchen es in ein gröſseres, mit Wasser abgesperrtes, Faſs eintritt, welches als Gasometer dient. Auch muſs das Gas durch Wasser streichen, um dort die mit fortgeriſsne Schwefelsäure abzusetzen, welche sonst den Ballon zerstört. Das auf diese Art dargestellte Gas ist höchstens 8 mal leichter, als atmosphärische Luft. Nach Versuchen geben 3 Kilogramme Eisen, 5 Kilogr. conc. Schwefelsäure und 30 Kilogr. Wasser mindestens 1 Kubikmeter Gas, also 6,41 ℔ Eisen, 10,69 ℔ Ss., 64,14 ℔ Wasser, 32,35 preuſs. Kubikfuſs Wasserstoffgas.

Die Ballons werden aus Taffet gemacht, mit einem Firniſs aus einem trocknenden fetten Oel und Terpenthinöl bestrichen. Ein Ballon von 6 Meter Durchmesser hat einen Inhalt von 113,094 Kubikmeter, eine Steigkraft von 177,03 Kilogramme; ein Ballon von 10 Meter Durchmesser 523,60 Inhalt, 549,78 Kilogr. Steigkraft. (Man rechnet nämlich das Gewicht eines Quadratmeters gefirniſsten Tafft zu $\frac{1}{4}$ Kilogramme). Wenn nach Abrechnung des Gewichts der Stricke, Gondel, Menschen, Sandsäcke etc. der Ballon noch 2 bis 3 Kilogramme Steigkraft hat, so ist dies völlig hinreichend. Ein Ballon von Goldschlägerhäutchen mit Wasserstoffgas gefüllt, welches über Chlorcalcium getrocknet worden ist, steigt schon, wenn er auch nur 6 Zoll Durchmesser hat.

3) Zu eudiometr. Prüfungen der Luftarten, (siehe unter „Luft").

4) Zu Reduktionen, (vergleiche „Desoxygenation" Seite 91, 92).

Es giebt zwei Verbindungen des Wasserstoffs mit Sauerstoff, ein Oxyd, das Wasser, ein Ueberoxyd.

Das Wasser, *eau*, *water*, ($\dot{H}$) das Oxyd des Wasserstoffs, kommt in der Natur in festem, tropfbarem und luftartigem Zustand vor, als Eis, Schnee, Reif, Regen-, Fluſs-, Quellwasser, (Mineralwasser) Dampf und Dunst, oder Nebel. Viele Körper enthalten Wasser als Bestandtheil chemisch gebunden. Wasser kann aus seinen Bestandtheilen Sauer- und Wasserstoffgas gebildet werden; zündet man nämlich letzteres an, so verbrennt es mit Flamme und Wasser ist das Produkt. Auch ohne Flamme können sich beide zu Wasser mit einander vereinigen.

Der erste, welcher bemerkte, daſs beim Verbrennen des Wasserstoffgases Wasser entstehe, war *Macquer* 1776; *Cavendish* stellte 1781 Wasser in gröſserer Menge dar; seine Versuche wurden wiederholt von *Monge* 1783, von *Lavoisier* und *Meusnier* 1785, welche sich dabei zuerst der Gasometer bedienten; (vergleiche den Artikel „Gasometer" Seite 38) sie erhielten $5\frac{1}{2}$ Unzen und 41 Gran französisch Gewicht Wasser, welches jedoch etwas Salpetersäure enthielt, die von zugleich mit verbranntem Stickstoffgas herrührte, indem etwas atmosphärische Luft die Gase verunreinigt haben mochte. Später stellten *Seguin*, *Fourcroy* und *Vauquelin* 1790 den gröſsten Versuch, und zugleich den gelungensten an, sie erhielten $12\frac{1}{2}$ Unzen 45 Gran völlig reines, von Salpetersäure freies, Wasser; der Versuch dauerte 185 Stunden. (Eine Abbildung des *Lavoisier*schen Apparats findet man in seinem *Traité élémentaire de chimie* pag. 346., den verbesserten und vereinfachten Apparat nach *Thénard*, in dessen *Traité de chimie Tom* V. *Table* XXV.)

Um die Wasserbildung durchs Verbrennen des Wasserstoffgases in einem mit atmosphärischer Luft erfüllten Raum zu zeigen, dient folgender Apparat. Man entbindet Wasserstoffgas in einer Flasche, wie bereits angegeben, zündet das ausströmende Gas an, und leitet die Mündung des Gasleitungsrohrs in eine lange, schmale tubulirte Glocke, die unten, nicht wie gewöhnlich ohne Boden, sondern mit einem etwas aufwärts gekrümmten Boden (wie eine Weinflasche) versehen ist, der in der Mitte ein Loch hat. Das durchs Verbrennen erzeugte Wasser wird an den innern Wänden den herabrinnen und am Boden sich sammeln.

Mengt man 1 Raumtheil Sauerstoffgas und 2 Raumtheile Wasserstoffgas, welches Gemeng Knallluft, Knallgas, wegen des Knalls genannt wird, den es beim Anzünden erzeugt und entzündet dasselbe, so wird gleichfalls Wasser gebildet. Man kann sich hiezu eines Apparats bedienen, wie er von *Newman*, in London, gefertigt wird, der bereits vorn Seite 42. beschrieben, und auf Tafel I. Fig. 29. abgebildet ist. Durch sehr genaue Versuche von *Gay-*

Gay-Lussac und *A. von Humboldt* ist ermittelt, daſs beide Gasarten sich gerade in diesen einfachen Raumverhältnissen mit einander vereinigen und Wasser bilden. Die Knallluft wird nicht nur durch einen elektrischen Funken, sondern auch durch brennende Körper, durch rasches Verdichten, wobei Wärme frei wird, entzündet.

Knallende Seifenblasen; man füllt eine Blase mit Knallluft, (wie man dies bewerkstelligt, ist vorn Seite 41 gelehrt worden), steckt ein Rohr mit hörnernem Mundstück auf das Hahnstück der Blase, und macht mit Seifenschaum Blasen, welche man, indem sie emporsteigen, anzündet. — Knallpistole, ein aus Messingblech verfertigtes Rohr, mit einem isolirten Draht, welcher, bis auf 1 Linie Abstand von der gegenüberstehenden Wand, in das Innere luftdicht hineingeht. Füllt man dieselbe mit Knallluft, pfropft die Oeffnung mit einem Kork zu, läſst einen elektrischen Funken durch den Draht schlagen, so wird der Pfropf mit heftigem Knall abgeworfen. — Entzündung einer mit Knallluft gefüllten Blase im Freien durch einen elektr. Funken aus einer geladnen Flasche. — Chemische Harmonika; man läſst einen Wasserstoffgasstrom in einer an beiden Enden offnen Glasröhre brennen, wodurch ein heulender Ton erzeugt wird. Es kommt nämlich die in der Röhre enthaltne Luftsäule durch eine Reihe stetig auf einander folgender Detonationen in tönende Längenschwingungen. Von *Higgins* 1777 beschrieben.

Woher der heftige Knall? Zweierlei kommt hier in Betracht: erstlich die Erzeugung von Wasserdampf durchs plötzliche Verbrennen des Wasserstoffgases, zweitens dessen Kondensation. Im Moment der Vereinigung der beiden Gasarten wird durch die in Folge des Verbrennens entwickelte groſse Hitze das erzeugte Wasser in Dampf von ungemein groſser Spannung plötzlich verwandelt; die Folge davon ist, daſs derselbe einen weit gröſsern Raum einnimmt, als die Gase vorher, daher die Luft wegdrückt, Gefäſse zertrümmert, um sich einen Ausweg zu bahnen, gleich wie dies auch mit dem Pulver beim Abbrennen der Fall ist. Alsbald wird aber derselbe durch die kältere umgebende Luft abgekühlt, kondensirt, wodurch ein luftleerer Raum entsteht, in welchen die umgebende Luft eindringt; (letzteres findet auch bei dem Experiment mit den magdeburger Halbkugeln statt, wenn sie auseinander gezogen werden).

Da beim Verbrennen der Knallluft ein hoher Hitzegrad erzeugt wird, so hat man sich desselben bedient, um durch die Flamme des brennenden Gasstroms Körper zu schmelzen, welche sonst im Feuer unschmelzbar sind. Ein ziemlich starker Platindraht schmilzt in einer mit verdichteter Knallluft angeblasnen Flammenspitze sogleich, verbrennt selbst mit Funkensprühen; so schmelzen auch Kalk, Baryt, Magnesia. Die groſse Hitze beim Verbrennen des Wasserstoffgases bemerkte *Hare*, in Philadelphia, bereits 1802; ein

Digitized by Google

Gebläse, mittelst welchem Knallluft in eine Flamme getrieben wird, Knallgasgebläse, *Gas blow-pipe*, wurde von *Newman*, in London, nach *Brook's* Angabe ausgeführt.

Es besteht aus einem Behälter, in welchem mittelst einer Druckpumpe Knallluft, welche sich in einer Blase an der Pumpe befindet, hineingedrückt wird; ist dies geschehen, so schlieſst man den Hahn an der Pumpe. Soll das Gas ausströmen, so öffnet man einen andern Hahn, worauf es durch eine lange feine Röhre ausbläst. Da aber Unglücksfälle eintraten, indem das Gas sich rückwärts im Behälter entzündete, und denselben mit fürchterlichem Knall zertrümmerte, so hat man auf Vorsichtsmaſsregeln Bedacht genommen; das sicherste ist, daſs man zwischen dem Hahn und der Mündung der Röhre eine kleine Büchse mit Scheibchen von feinem Drahtgeflecht anbringt, eins hinter dem andern, auf einen Zoll Länge gelagert, wodurch eine Entzündung des in dem Behälter befindlichen Knallgases durch diese Scheibchen hindurch unmöglich wird. Abänderungen dieses Instruments sind besonders in England vielfältig gemacht worden. *Newmann* in G. A. Bd. 55. S. 1. Bd. 62. S. 277., 339. — *Leeson* in D. p. J. Bd. 1. S. 108. — *Ridolfi* in J. d. p. I. Bd. 2. S. 447. — *Herrmann* in S. n. J. Bd. 26. S. 123. — *Galy-Cazalat* in D. p. J. Bd. 43. S. 29. — *Oechsle* das. Bd. 31. S. 92. — *Daniell* das. Bd. 24. S. 272. — *Rutter* das. Bd. 47. S. 173. — *Hemming* Sicherheitsröhren für das Kn. gebl. Repert. of Patent-invent. Vol. 15. p. 238. — *Gurney* in D. p. J. Bd. 13. S. 145. Bd. 14. S. 285. — *Wilkinson* das. Bd. 20. S. 17. — *Ottley* das. Bd. 22. S. 288. — *Weeke* das. Bd. 26. S. 295. Bd. 27. S. 27.

Erman machte 1819 die Beobachtung, daſs ein feiner, in eine Spirale gewundner, Platindraht bei etwa 50° in einem langsamen Strom Wasserstoffgas glühend werde und das Gas entzünde. *Döbereiner* zeigte dann 1823, daſs Platinmohr, und fein zertheiltes Platinmetall, wie man es durchs Glühen des Platinsalmiaks erhält, sogenannter Platinschwamm, in Berührung mit Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft erst roth- dann weiſsglühend wird, so daſs sich der Wasserstoffgasstrom selbst daran entzündet. Es findet nämlich innerhalb der Poren des Platinpräparats eine Verbindung von Wasser- und Sauerstoffgas sowohl ohne Lichtentwickelung, als auch unter Glühen statt; im letztern Fall geschieht nämlich die Erzeugung von Wasser schnell und kräftig, wodurch eine so groſse Hitze frei wird, daſs das Platin zum Erglühen gelangt. Die Verbrennlichkeit des Wasserstoffgases wird durch die Berührung mit Platinschwamm so beträchtlich erhöht, daſs letzter einer Mengung von 99 Raumtheilen Stickgas und 1 Raumtheil Sauerstoffgas, bei Vorhandensein von einer hinlänglichen Menge von Wasserstoffgas, in wenigen Minuten den ganzen Sauerstoffgehalt entzieht.

Döbereiner in G. A. Bd. 74. S. 269. S. n. J. Bd. 8. S. 321. Bd. 12. S. 62. Um einer zu heftigen Wirkung des Platinschwamms vorzubeugen, welche eine Detonation der gemengten Gase (wie z. B. im Knallgas) be-

PARSONS LIBRARY University of MICHIGAN

dingen kann, mengt man Thonerdehydrat mit dem Metallstaub, formt Kügelchen daraus, welche getrocknet und gelind geglüht die Eigenschaft haben, die Wasserbildung allmälig einzuleiten, ohne Erglühen und Detonation zu bedingen.

Thénard und *Dulong* stellten darauf umfassende Untersuchungen an, aus denen hervorgeht: daſs Platinfeilspähne, Pl. Drähtchen, besonders Platinblättchen, frisch ausgeglüht dieselbe Eigenschaft als der Platinschwamm besitzen, aber, wie dieser, unter Bedingungen verlieren; ferner Palladium, Rhodium, Iridium, Nickel. Folgende Metalle verlangen einige Erwärmung, um durch Wasserbildung glühend zu werden, als Osmium, Gold, Silber; selbst nichtmetallische Substanzen wirken gleichfalls Wasserbildung befördernd, als Kohle, Bimsstein, Porzellan, Glas, Bergkrystall, aber nur bei erhöhter Temperatur.

Der Platinschwamm verliert durch sehr starke Weiſsglühhitze die Eigenschaft, Wasserstoffgas zu entzünden, obschon er eine sehr langsame Wasserbildung noch einleitet; auch durchs Liegen an der Luft wird er sehr allmälig unwirksam, erhält aber seine Kraft durchs Ausglühen wieder. Durch mehrmaliges Durchglühen erlangt feiner Platindraht die Eigenschaft schon bei 50° auf das Gas zu wirken, desgleichen durchs Eintauchen in Salpetersäure, verliert aber diese Eigenschaft nach einigen Stunden. Platinblättchen bewirken nach vorhergegangnem Ausglühen, besonders zusammengekräuselt, sogleich Entzündung, verlieren aber bald die Zündkraft. *Böttger* hat nachgewiesen, daſs durch Ammoniakgas, in der geringsten Menge, die Zündkraft des Pl.schwamms erlischt, so z. B. in Zimmern, die in der Nähe von Pferdeställen sich befinden. — Rhodium behält die Wirkung am sichersten, nie hat mir Rhodium, durch Zink niedergeschlagen, versagt, ebenso auch Iridium, dessen Zündkraft gröſser und dauernder als die des Platins ist. Man hat von *Döbereiner's* Entdeckung bei der pneumatisch-elektrischen Zündmaschine Gebrauch gemacht, um den Gasstrom durch mit Platinschwamm überzogne feine Netze von Pl.drähtchen, oder aus diesen gefertigte kleine hohle Kugeln zu entzünden, und den Elektrophor zu entbehren; ferner beim Eudiometer, (siehe den Artikel „Eudiometrie").

Thénard und *Dulong* in G. A. Bd. 76. S. 81.

Die elektrisch-chemische Zündmaschine, (Tachypyrion, Schnellfeuerzeug) wurde 1770 von *Fürstenberg*, in Basel, unter dem Namen Brennluftlampe, erfunden, später vielfach verbessert. Man verfertigte sie anfangs aus metallnen, jetzt aus gläsernen, irdnen Gefäſsen. In der Hauptsache entbindet man aus Wasser, Zink und ein wenig (Schwefel- oder) Salzsäure Wasserstoffgas, welches durch hydrostatischen Druck verdichtet wird, daher beim Oeffnen eines

Digitized by Google

Hahns in einem Strom ausbläst; zugleich wird durch die Drehung des Hahns der Deckel eines unterhalb befindlichen Elektrophors gehoben, ein Funke schlägt durch den Gasstrom, und zündet denselben an, so daſs eine Flamme aus der Mündung des Hahns ausgeht, welche so lange fortbrennt, als der Hahn in jener Stellung erhalten wird. In der neusten Zeit hat man den Elektrophor ganz weggelassen, und statt desselben zur Entzündung des Wasserstoffgases Platinschwamm, oder ein mit demselben überzognes Gewebe von feinem Platindraht angewendet, auf welches dasselbe bläst.

Fig. 34. Tafel I. stellt eine so eingerichtete Zündmaschine dar. Es ist in einem cylindrischen Gefäſs ein nach unten konisch sich erweiterndes Glas so eingesetzt, daſs eine an dem engern Theil angekittete metallne Kappe nach dem gekrümmten Gasrohr führt, welches mit einem Hahn verschlossen ist. An einem Stab, welcher in dem innern Glas herabsteigt, ist ein Stück Zink befestigt, welches aus dem angesäuerten Wasser das Gas entbindet. So wie dies geschieht, muſs natürlich die Flüssigkeit im innern Gefäſs sinken, und im äuſsern steigen, die Gründe lehrt die Physik. In dem Deckel ist eine Oeffnung angebracht, um die atmosphärische Luft frei ein- und auszulassen. Bemerkenswerth ist dabei, daſs die Gasentbindung nur so lange andauert, bis das eingeschloſsne Gas einen gewissen Grad von Dichtigkeit erlangt hat, um durch seine Spannung das Entwickeln des Gases zu behindern, wobei jedoch nicht zu übersehen ist, daſs bei der gezeichneten Einrichtung, wenn die Flüssigkeit in der Glocke sinkt, das Stück Zink über den Flüssigkeitsspiegel tritt, wodurch die Gasentbindung unterbrochen wird. So wie man aber das Gas herausläſst, die Spannung also abnimmt, die Flüssigkeit steigt, fängt auch die Gasentwickelung wieder an.

Literatur über die Zündmaschine S. n. J. Bd. 9. S. 142., 201. Bd. 10. S. 1., 115. (V. d. G. 1824. S. 151.) — *Schmidt* das. Bd. 12. S. 247. — D. p. J. Bd. 33. S. 445. — *Poschl* im B. K. n. G. 1829. S. 461. — *Simonin* im R. i. Tom. 13. p. 243. — Ueber die Zündkraft des Platinschwamms *Böttger* in S. J. d. Ch. Bd. 3. S. 370. Bd. 8. S. 390. — *Döbereiner's* Iridiumfeuerzeug das. Bd. 3. S. 465.

Das Wasser im reinen Zustand ist farblos, durchsichtig, geruch- und geschmacklos, specifisches Gewicht 1,0. Ein preuſsischer Kubikzoll wiegt bei $18\frac{3}{4}$° (15° R.) $1\frac{2}{9}$ Loth und ein Kubikfuſs 66 Pfund. Es gefriert unter 0° zu Eis, dessen specifisches Gewicht 0,9268 ist, *Osann*, weshalb es auf dem Wasser schwimmt; es thaut bei 0° auf. Im luftleeren Raum, vor aller Bewegung gesichert, kann Wasser ohne zu gefrieren bis — 5°, ja — 8° sich abkühlen, gefriert aber bewegt schnell, das Thermometer steigt dann auf 0°; die Grundform der Wasserkrystalle ist eine sechsseitige Säule. Das Wasser wird durch den Druck einer Atmosphäre um 0,000045 zusammengepreſst, *Oersted;* es besitzt nach *Hällström* die gröſste Dichtigkeit bei 4,1° (3,28° R.) kocht bei einem Barometerstand von 28 Zoll bei 100° (ist der Barometerstand 27 Zoll, bei 99°,

29 Zoll, bei 101°), und erzeugt Wasserdampf, dessen Volum zu dem des Wassers sich verhält wie 1697 : 1, *Gay-Lussac*, d. h. ein Kubikzoll Wasser giebt ungefähr einen Kubikfuſs siedendheiſsen Dampf; demnach ein preuſsisches Loth Wasser ungefähr 1400 Kubikzoll siedenden Dampf. Das specifische Gewicht des letztern ist 0,625, seine specifische Wärme 1,96.

Das Wasser besteht aus: 88,9 Sauerstoff, 11,1 Wasserstoff, oder aus 1 Volum Sauerstoffgas und 2 Volum Wasserstoffgas. Es absorbirt viele Gasarten in verschiednen Mengen, z. B. von Sauerstoff-, Wasserstoff-, Stickstoffgas sehr wenig, von kohlensauren, schwefligsauren, Schwefelwasserstoffgas mehr, und am meisten von salzsauren, Ammoniak- und Fluorborgas. Es löst sehr viele feste Körper auf, bald leichter, bald schwerer, verbindet sich mit denselben in einfachen, konstanten Verhältnissen (chemisch gebundnes Wasser); es wird sogar aus der Atmosphäre von mehrern Stoffen dampfförmig angezogen, kondensirt, wodurch diese entweder ohne Veränderung des Aggregatzustands schwerer werden, wie Kohlen, Holz etc., oder feucht werden, zerflieſsen, wie z. B. Pottasche, Aetzkali, Chlorzinn, oder, wenn sie schon an sich flüssig sind, sich verdünnen, als Schwefelsäure u. a. m. Solche Körper nennt man im Allgemeinen hygroskopische. (Ueber die Zersetzung des Wassers durch gewisse Metalle, sowohl bei der gewöhnlichen als erhöhten Temperatur, siehe in der „Einleitung zu den Metallen").

Um künstlich mittelst Frostmischungen Eis zu erzeugen, bedient man sich in England folgender Mischung: 57 Theile Chlorkalium, 32 Th. salzs. Ammoniak, 10 Th. salpeters. Kali, 40 Th. Wasser. Man erhält dadurch eine Abkühlung um 20°. Eine andere Vorschrift ist folgende: gleiche Theile salpeters. Ammoniak, kohlens. Natron und Wasser.

Alles Wasser auf Erden ist nicht absolut rein, selbst nicht ganz reinlich aufgefangnes Regenwasser. Man unterscheidet Regen-, Fluſs- und Brunnenwasser; sogenannte Mineralwasser sind Wasser, welche gewisse Gase, mancherlei Salze enthalten, weshalb sie nicht mehr geeignet sind, als gewöhnliches Getränk zu dienen, sondern unter die Heilmittel gezählt werden müssen. Um möglichst reines Wasser zum physikalischen oder chemischen Bedarf zu bereiten, wird entweder reinlich aufgefangnes Regenwasser dazu angewendet, oder man destillirt Fluſs- oder Brunnenwasser vorsichtig bis auf $\frac{2}{3}$ ab. Die Blasen müssen zinnerne Helme und Kühler haben, sonst wird das Wasser von einer Spur aufgelösten Grünspan kupferhaltig; selbst Glasgeräthe werden vom Wasser allmälig angegriffen. Eine Blase, aus welcher reines Wasser destillirt werden soll, muſs allein dazu dienen, keine andern aromatischen Wasser dürfen aus ihr destillirt werden.

Oft reagirt destillirtes Wasser auf salpeters. Silberoxyd, eine Folge, daſs man entweder zu übereilt destillirte, wo dann Kochsalz mit übergeht, oder daſs sich Chlormagnesium, welches das Quellwasser auch enthält, zersetzte und Salzsäure daraus frei wurde. Dies läſst sich dadurch vermeiden, daſs man ein wenig Pottasche zum Wasser vor der Destillation zusetzt, wodurch das Magnesiasalz zerlegt und kohlens. Magnesia gefällt wird. Sehr häufig hat aber jene Reaktion auf das Silbersalz ihren Grund in enthaltnen organischen Stoffen, wie z. B. in Spuren von ätherischem Oel, wenn über die Blase auch aromatische Wasser destillirt wurden.

Alles Wasser enthält ein Gemeng von Sauerstoff- und Stickstoffgas, selbst das aus Schnee und Eis geschmolzne, im Durchschnitt $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{25}$ dem Raum nach; man kann diese Gase aus dem Wasser entweder durch die Luftpumpe, oder mittelst Kochen entfernen. Das Luftgemeng enthält mehr Sauerstoffgas, als die atmosphärische Luft und zwar enthielten die ersten Portionen, welche aus kochendem Seinewasser aufgefangen wurden, gegen 24, die letzten aber 32,5$\frac{0}{0}$. Schneewasser enthält ein besonders sauerstoffreiches Luftgemeng; die erste Portion enthielt 24, die letzte sogar 34,8$\frac{0}{0}$ Sauerstoffgas, *A. v. Humboldt* und *Gay-Lussac*. Der Sauerstoffgehalt der im Brunnenwasser enthaltnen Luft ist mehr veränderlich, oft geringer, als in der atmosphärischen Luft. Diese Thatsache läſst sich daraus erklären, daſs man annimmt, die anfänglich vom Wasser absorbirte atmosphärische Luft habe durch allmäliges Entweichen von Stickstoffgas in dem einen, oder Entziehung von Sauerstoff in dem andern Fall, ihr Mengungsverhältniſs verändert, gleich wie bei Schwefelwassern, beim Alkohol es auch der Fall ist. Für die Anwendung des Wassers zum Waschen und Bleichen ist die eben erwähnte Beschaffenheit der enthaltnen Luft nicht unwichtig; hierauf dürften sich die Vorzüge des Schnee-, Regen- und Fluſswassers vor Brunnenwasser, abgesehen von dem Gehalt des letztern an gewissen Salzen, die es weniger anwendbar machen, mit begründen.

Gay-Lussac in G. A. Bd. 20. S. 129.

Das Regenwasser, *eau de pluie, rain-water*, enthält nach *Brandes* sehr geringe Spuren von Kali-, Natron-, Kalk- und Magnesiasalzen, selbst eine Spur organischer Materie; nach Gewittern enthält es Spuren von Salpetersäure, von deren Erzeugung später das Nähere. Es ist für den gewöhnlichen Gebrauch als reines Wasser anzusehen, in sofern es reinlich aufgefangen wird, d. h. nicht von den Dachtraufen, denn also gesammeltes enthält Kalksalze, schwefel- und salzsaure Salze, wenn auch minder als Brunnenwasser.

Brandes **in S. n. J. Bd. 18. S. 153.**

Das **Brunnenwasser**, ***eau de fontaines, spring-water,*** enthält, auſser der atmosphärischen Luft, noch: 1) Kohlensäure, bald mehr, bald weniger, und durch dieselbe einige, sonst in reinem Wasser unlösliche, Salze, nämlich 2) kohlens. Kalk und 3) kohlens. Magnesia, hin und wieder auch 4) kohlens. Eisenoxydul; im letztern Fall rechnet man solche Wasser schon zu den Mineralwassern. (Das Seinewasser in Paris enthält in trockner Jahreszeit kohlens. Ammoniak, das Wasser des Bièvre Schwefelwasserstoffgas.) Die kohlens. Salze der Erden sind durch die Kohlensäure des Wassers löslich gemacht, als doppelt kohlens. Salze aufgelöst vorhanden, und müssen sich nothwendig sogleich abscheiden, wenn die lösende Kohlensäure aus dem Wasser sich entbindet; dies geschieht sowohl beim Aussetzen an die Luft, wodurch sich auch die Wasserleitungsröhren inkrustiren, (Enstehung von Tropfsteinstalaktiten), als auch ganz besonders durchs Kochen. Daher kommt es, daſs sich Krusten von kohlens. (und schwefels.) Kalk an den Töpfen, Pfannen, Kesseln absetzen, welche man gewöhnlich Pfannen-, (Kessel-,) oder Topfstein nennt. (Wie man der Bildung des Pfannensteins vorbeugen kann, z. B. bei Dampfmaschinenkesseln, Röhrenleitungen, siehe später unter „kohlens. Kalk.“) Auſserdem enthält das Quellwasser 5) schwefels. Kalk (Gyps, Selenit), oft auch 6) etwas schwefels. Magnesia; 7) Kochsalz und, wo in der Nähe Viehställe sind, oder Mistgruben, auch 8) salpeters. Kalk und 9) salpeters. Kali.

Das **Fluſswasser**, *eau de rivières, river-water,* enthält fast gar keine Spur freier Kohlensäure und kohlens. Salze, da während seines Laufs die erstere sich verflüchtigt, und dann nothwendig letztere nicht aufgelöst sein können; dagegen findet sich etwas schwefels. Kalk, Kochsalz, schwefels. Magnesia. In Regen- und Fluſswasser löst sich Seife ohne alle Trübung auf, daher nennt man diese Wasser **weiche** Wasser, ***eau douce, soft water,*** wogegen Brunnenwasser, wegen der reichlich enthaltnen Kalksalze, die Seife zersetzt, weiſse Flocken (Kalkseife) erzeugt; man nennt es **hartes** Wasser, *eau dure, crue or hard water.*

Die Seife besteht nämlich aus talg-, margarin- und ölsaurem Natron; diese werden durch die Kalksalze im Wasser zerlegt, es entstehen talg-, margarin- und ölsaurer Kalk, und ein Natronsalz, welches auflöslich ist. Diese Probe kann man mit Seifenspiritus, einer Auflösung von Oelseife in schwachem Weingeist leicht anstellen. Deshalb kann man nur Regen- und Fluſswasser zum Waschen anwenden, nicht so Brunnenwasser, welches auch zum Kochen von Hülsenfrüchten, Erbsen, Linsen, nicht taugt, da die Kalktheilchen sich an den Hülsenfrüchten ablagern, und das Weichwerden hindern.

Allgemeines Verfahren zur Prüfung des Wassers.

1) Den Gehalt an atmosphärischer Luft und kohlensaurem Gas findet man, wenn man ein bestimmtes Volum Wasser, frisch geschöpft, in einem Kolben mit Gasentbindungsröhre (siehe Fig. 7. Tafel I.), über der Lampe kocht, und das Gas über Quecksilber in einer graduirten Glocke auffängt; das Kochen braucht nur einige Minuten anzuhalten. Bringt man dann das erhaltene Luftvolum in ein Gefäfs voll Baryt- oder Kalkwasser, und schüttelt es mit demselben, so wird das kohlensaure Gas gänzlich verzehrt, und die atmosphärische Luft bleibt übrig. Der entstandne kohlens. Baryt oder Kalk giebt dann durch Berechnung die Menge des enthalten gewesnen kohlensauren Gases.

2) Kalksalze findet man durch sauerklees. Ammoniak, dieses bringt einen weifsen Niederschlag von sauerklees. Kalk hervor.

3) Schwefels. Salze entdeckt man mittelst salpeters. Baryt, welcher einen weifsen Niederschlag giebt, der sich nach einem Zusatz von Salpetersäure nicht wieder auflöst.

4) Salzs. Salze (Chlormetalle) durch salpeters. Silberoxyd, welches einen weifsen Niederschlag bildet, salzs. Silberoxyd (Chlorsilber), welches sich beim Zusatz von Ammoniak wieder auflöst.

5) Magnesiasalze dadurch, dafs, nachdem aller Kalk durch sauerklees. Ammoniak niedergeschlagen und der Niederschlag abfiltrirt worden, basisch phosphors. Ammoniak zugefügt wird, wodurch ein weifser Niederschlag entsteht, basisch phosphors. Magnesia-Ammoniak.

6) Einen etwanigen Eisengehalt entdeckt man dadurch, dafs man das Wasser mit etwas hydrothions. Ammoniak vermischt, bei Zusatz einiger Tropfen Ammoniak. Zeigt sich eine Dunkelfärbung, oder schwarze Flöckchen, so ist höchst wahrscheinlich Eisen vorhanden. Man kocht deshalb das Wasser mit etwas Salpetersäure auf $\frac{1}{4}$ ein, neutralisirt mit Ammoniak vorsichtig, und setzt bernsteins. Ammoniak zu, wodurch ein brauner, flockiger Niederschlag entsteht, bernsteins. Eisenoxyd; oder man setzt Ammoniak im Ueberschufs hinzu, wodurch ein brauner Niederschlag sich abscheidet, Eisenoxydhydrat.

7) Einen etwanigen Gehalt an salpeters. Salzen findet man, wenn man Wasser gänzlich abdampft, und den trocknen Rückstand auf eine glühende Kohle bringt; entsteht dadurch ein lebhaftes Verbrennen derselben mit Geprassel, und entbinden sich röthliche Dämpfe, wenn der trockne Rückstand mit trocknem schwefels. Kali erhitzt wird, so ist ein salpeters. Salz unter den im Wasser enthaltnen Salzen.

Das Meerwasser enthält viele Salze aufgelöst, schmeckt salzig, bitter, erregt leicht Uebelkeit und Erbrechen beim Genufs; der Salzgehalt beträgt 3,6 bis 4,0 $\frac{0}{0}$, wovon Kochsalz das meiste, jedoch nie mehr als 2,6 ausmacht. Sämmtliche im Meerwasser aufgelöste Salze betragen in 1000 Theilen: Kochsalz 26,6, Glaubersalz 4,66, Chlorcalcium 1,23, Chlormagnesium 5,15, die beiden letztern bedingen den ekelhaft bittern Geschmack; endlich hat man noch 0,5 schwefels. Kali und Chlorkalium darin gefunden. Wegen der Kalk- und Magnesiasalze kann das Meerwasser zum Waschen nicht angewendet werden, weil diese die Seife zersetzen (siehe oben Seite 103); setzt man aber vorher zum Meerwas-

ser kohlens. Natron, oder kohlens. Kali hinzu, so werden jene Salze zersetzt und kohlens. Kalk und Magnesia fallen nieder, worauf das Wasser zum Waschen brauchbar wird. Durchs Destilliren wird es trinkbar; diese Methode ist anwendbarer, als die des Filtrirens durch Sand. Beim Kochen zersetzt sich das Chlormagnesium leicht, wodurch Salzsäure frei wird, und kohlens. Magnesia sich bildet. Durch erstere werden eiserne und kupferne Destillirblasen angegriffen. Man kann dies dadurch vermeiden, dafs man das Chlormagnesium durch kohlens. Kalk (Kreide) zerlegt, wodurch kohlens. Magnesia niederfällt, und Chlorcalcium aufgelöst bleibt.

Methoden Wasser zu verschiednen Zwecken zu reinigen.

Die Reinigung des Wassers hat theils zum Zweck, dasselbe von mechanisch beigemengten Substanzen, theils von aufgelösten Kalksalzen zu befreien, die das Wasser hart machen. Letzteres geschieht durchs Aussetzen an die Luft, wobei die Kohlensäure entweicht, der kohlens. Kalk sich absetzt, auch durch Digestion mit Kohlen; ersteres sowohl durch ruhiges Stehen, wobei sich die fremden eingemengten Substanzen ablagern, als auch dadurch, dafs man das Wasser durch hin- und hergehende Kanäle führt, welche durch eingesetzte feine Siebe von einander getrennt sind, durch welche die beigemengten Substanzen so viel als möglich zurückgehalten werden, theils auch durchs Filtriren durch Sand und Kohlen.

Bekanntlich hat Paris kein Brunnenwasser, sondern man mufs das Seinewasser zum Gebrauch in der Haushaltung anwenden. Um dieses zu reinigen, bediente man sich früher des Sands, welchen man in grofse Gefäfse aus Sandstein oder gebranntem Thon schüttete. Diese *fontaines sablées* waren aber dem Zweck nicht genügend, denn sehr trübes Wasser wurde nicht völlig klar, auch verschlämmte sich der Sand bald, weshalb man genöthigt war, in jeder Haushaltung das Wasser nochmals mittelst sogenannter Filtrirsteine, *pierre filtrante,* einer Art lockern Kalksteins, zu reinigen. Später wendete man *Lowitz*'s wichtige Entdeckung (1790) über die reinigende Wirkung der Kohlen auch auf die Reinigung des Wassers an; *Smith* und *Cuchet* nahmen 1800 ein Patent auf ihre *fontaines dépuratoires*, oder *filtres inalterables*. Nach einiger Zeit des Gebrauchs haben die Kohlen so viel fremde Materien eingesogen, dafs das Wasser unklar durchgeht; dann mufs man frische Kohlen und frischen Sand anwenden. Die reinigende Kraft dieses Kohlenfiltrums wurde an fauligem Wasser geprüft und bewährte sich vollkommen. In Manchester ist der durchfliefsende Strom Irwell von hineingeschütteten Färbeflotten ganz schwarz; das Wasser wird aber durch Filtrirwerke, welche aus gemauerten, ganz mit Sand gefüllten, unterirdischen Räumen bestehen, so

gereinigt, daſs es für Kattundruckereien brauchbar wird. In England und Schottland reinigt man für Bleichereien selbst das gute Waſser kleiner Bäche, so wie das Waſser für Badeanstalten durchs Filtriren.

Beschreibung der auf Tafel II. Fig. 9. abgebildeten Filtrirmaschine, *tonneau filtre*, von *Zeni*. Dieselbe besteht aus einem groſsen Faſs a, a, und einem zweiten concentrischen b, welches im erstern so aufgestellt ist, daſs es unten mit dem gröſsern durch Löcher, welche in die Faſsdauben eingeschnitten sind, in Verbindung steht. In beiden befinden sich die zum Filtriren erforderlichen Materialien in Schichten von bestimmter Höhe. c die Waſserzuleitungsröhre; aus derselben flieſst das Waſser in das innere Gefäſs, sinkt durch die reinigenden Kies- und Kohlenschichten nieder und steigt im weitern Gefäſs wieder durch ähnliche Lagen auf. d ein Schwimmer, welcher dazu dient, den Waſserzufluſs zu reguliren, e Hahn zum Ablaſsen des filtrirten W. f Röhre, durch welche das innere Gefäſs entleert werden kann, wenn man daſselbe reinigen will. g ein Hahn, den man öffnet, wenn man die Filtrirmaschine reinigt. Zu dem Ende wird der Schwimmer d durch die Schnur h, die über die Rollen i, i läuft und an dem Pflock k befestigt ist, fest angedrückt, dann der Hahn g und das Rohr f geöffnet. Nun filtrirt das Waſser in der entgegengesetzten Richtung durch, und wird aus dem innern Gefäſs durch die Röhre f abgelaſsen. — In Fig. 20. ist die Waſserzuleitungsröhre mit dem Ventil und dem Schwimmer im vergröſserten Maaſsstab gezeichnet; l das konische Ventil, m der Bügel, durch welchen die Leitstange deſselben hindurchgeht, n der Hebel, an deſsen Ende die hohle Kugel, der Schwimmer d, befestigt ist.

Eine Filtrirmaschine in der angegebnen Gröſse ausgeführt liefert im Durchschnitt 300 Liter in der Stunde (266,2 Quart), allein wenn sie sich verunreinigt hat natürlich weniger. Sie muſs im Sommer alle 14, im Winter alle 7 Tage gereinigt werden, welche Operation in einer Stunde vollbracht ist. Die Schüttung der filtrirenden Materialien ist also:

Im innern Gefäſs von oben nach unten:

	Meter.		Millim.
1) eine Lage Grand	0,1	Gröſse der einzelnen Stücke	15 — 20
2) - - grober Sand	0,1	- - Körner	2 — 4
3) - - feiner Fluſssand und Kohle	0,1	Die Kohlenstücke von der Gröſse einer Nuſs abgesiebt.	

Im äuſsern Gefäſs.

	Meter.	
1) eine Lage Grand	0,1	Wie vorstehend.
2) - - grober Sand	0,15	Desgl.
3) - - feiner Fluſssand	0,25	Desgl.

Literatur über Waſserreinigung: *Smith* u. *Cuchet* in G. A. Bd. 13. S. 108. Bd. 16. S. 247. Bd. 21. S. 179., 185. — Br. d'i. T. 2. p. 65. T. 12. p. 8. — A. d. l'i. n. T. 3. p. 271. — *Paul* Reinigungsmaschine, D. p. J. Bd. 15. S. 152. — *Alexander* in den Br. d'i. T. 6. p. 293. — *Vatrin*

das. T. 12. p. 328. — *Chambers* in D. p. J. Bd. 21. S. 207. — *White* das. Bd. 27. S. 265. — *Williams* u. *Doyle* das. Bd. 29. S. 272. — *Zeni* das. Bd. 30. S. 293. Bd. 40. S. 168. — *Parrot* das. Bd. 33. S. 235. — *Stirling* das. Bd. 34. S. 209. — *Hawkins* das. Bd. 37. S. 454. — *Wright* das. Bd. 42. S. 164. — *Lelogé* das. Bd. 41. S. 244. — Man hat auch Alaun zum Klären des trüben Wassers empfohlen, aber es ist für die Gesundheit nicht rathsam, D. p. J. Bd. 31. S. 110. — *D'Arcet* Reinigung des Nilwassers mit Mandelpaste, das. Bd. 46. S. 386. — *Hachette* über die Londner Wasserwerke, A. d. l'i. n. Tom. 2. p. 81. D. p. J. Bd. 29. S. 191., 366. — *Girard* über das pariser Wasserwerk, A. d. l'i. n. T. 2. p. 117. — Ueber die Chelsea-water works D. p. J. Bd. 34. S. 206. — Ueber die W.werke zu Manchester V. d. G. 1824. S. 172.

Um das Wasser vor dem Faulwerden zu bewahren, welches von aufgelösten oder hineingefallnen organischen Substanzen, todten Wasserinsekten etc. herrührt, hebt man es, nach *Berthollet's* Vorschlag, in angekohlten Fässern auf, was auf *Krusenstern's* Seereise erprobt wurde; eben so wirkt Thierkohle, man muſs jedoch öfters umrühren. Zweimal destillirtes Wasser hält sich jahrelang ohne alle Verderbniſs. Concentrirte Schwefelsäure, oder Kalk, sind gleichfalls dienlich die Fäulung zu verhindern, wenn anders beide zu gewissen Zwecken nicht nachtheilig sind; auch $\frac{1}{12000}$ salpeters. Silberoxyd soll ausreichend sein. Man empfiehlt zu gleichem Zweck Alaun, schwefels. Eisenoxyd, Braunstein.

Wasserstoffüberoxyd, oxygenirtes Wasser, *eau oxygéné*, *oxygenized water*, ($\dot{H}$) von *Thénard* 1818 entdeckt, wird also dargestellt.

Man löst Barytiumüberoxyd in destillirtem Wasser auf, setzt verdünnte Salzsäure hinzu, wodurch sich Chlorbarytium und Wasserstoffüberoxyd bilden. Um das Barytsalz zu entfernen, wird verdünnte Schwefelsäure zugemischt, wodurch schwefels. Baryt niederfällt; man filtrirt und wiederholt das ganze Verfahren mehrmals, um mehr Wasserstoffüberoxyd zu erhalten. Die so erhaltne Flüssigkeit enthält noch freie Salzsäure, welche durch schwefels. Silberoxyd entfernt wird, wodurch Chlorsilber niederfällt, und freie Schwefelsäure in der Flüssigkeit bleibt, die durch Barytwasser sehr vorsichtig neutralisirt wird. Darauf wird die Flüssigkeit filtrirt, und unter der Glocke der Luftpumpe abgedampft. Kürzer ist das Verfahren, das Barytiumüberoxyd mit Kieselfluſssäure zu zerlegen.

Die concentrirte Flüssigkeit ist farblos, von syrupartiger Konsistenz, schmeckt herb, bitter, riecht ekelerregend, specifisches Gewicht 1,453, sie enthält bei + 14° 475 Raumtheile Sauerstoffgas gebunden, oder 94,12 Gewichtsprozente; sie macht die Haut sogleich schneeweiſs, trocken, schuppig, zerstört und bleicht alle organischen Farben, indem der Sauerstoff aus der Flüssigkeit an die farbigen Stoffe tritt, und sich mit ihnen zu farblosen Substanzen verbindet. Die Flüssigkeit ist wenig flüchtig, verliert durchs Kochen Sauerstoffgas, läſst sich mit Wasser ohne Zersetzung mischen; ein Zusatz von Säuren hindert die Entmischung, Alkalien da-

gegen befördern die Zersetzung. Metalle, welche sich leicht und stark oxydiren, nehmen, in dieselbe hineingebracht, sogleich die gröfste Menge Sauerstoff auf, die sie aufnehmen können, wodurch einige Oxydationsstufen erhalten wurden, die man früher nicht kannte. In Berührung mit Silberoxyd wird unter heftigem Aufbrausen Sauerstoffgas entwickelt, und selbst das Oxyd reducirt.

Man hat sich des Wasserstoffüberoxyds bedient, um das Weifs alter Gemälde (Bleiweifs), welches durch die Länge der Zeit vergraut war, zu restauriren, und zwar mit gutem Erfolg. Es würde überhaupt diese Substanz mehr Anwendung finden, wenn nicht die Darstellung umständlich und daher der Preis beträchtlich wäre. *Merimée* in G. A. Bd. 65. S. 388. — Neuerdings hat *Chevallier* Chlorwasser mit gleich gutem Erfolg angewendet, E. J. Bd. 18. S. 257.

Drittes Kapitel.

Vom Kohlenstoff.

Kohlenstoff, *Carbone, Carbon,* (C) wurde zuerst von *Lavoisier* 1781 als einfacher Stoff und Hauptbestandtheil der Kohle aufgestellt, und im Diamant nachgewiesen. Er kommt im Mineralreich entweder rein vor, als Diamant, vermischt mit erdigen Stoffen, als Graphit, Anthracit, oder mit Sauer-, Wasser- und Stickstoff verbunden, in den Steinkohlen, Braunkohlen, im Torf. Kohlenstoff ist ein Hauptbestandtheil aller organischen Körper.

a) Der **Diamant**, *diamant, diamond,* findet sich in Ostindien, diesseit des Ganges, in Mysore, Hiderabad, Golkonda, Visapur, auf Borneo und Malakka; im Kaiserthum Brasilien in dem Distrikt Serro do Frio (seit 1720 sind Diamanten in Brasilien gefunden worden); er kommt in einem eisenschüssigen Sand oder Thon, (Cascalho), vor, oder im lockern Sand der Ebenen und Flüsse, oft mit Goldkörnern gemengt. Er findet sich entweder krystallisirt, als Oktaëder, oder in Körnern, sowohl farblos, als auch blafsroth, gelb, grün, blau, selbst schwarz; er ist durchsichtig bis durchscheinend, besitzt die gröfste Härte und ein specifisches Gewicht von 3,52.

Newton hielt den Diamant für einen brennbaren Körper, weil er eine grofse Brechung der Lichtstrahlen zeigt; *Cosmus* III., Grofsherzog von Toskana, liefs 1694 und 95 von Mitgliedern der Florentiner Akademie Versuche mit Diamanten im Brennpunkt der Brennspiegel anstellen, wobei die Zerstörbarkeit entdeckt wurde; Kaiser *Franz* I. stellte Versuche in Oefen an, die dasselbe bewiesen. *Macquer* bemerkte 1771 das Verbrennen mit Flamme durch Ofenhitze, Asche bleibt nicht zurück, eben so wenig erzeugt sich Rauch.

Man bedient sich der kleinen, schlecht gefärbten Diamanten, die man pulvert und fein schlemmt, als **Diamantbord**, *égrisée*, zum Schleifen der Diamanten und anderer Edelsteine. Diamanten werden zum Glasschneiden, zum Linienziehen auf Kupferplatten mittelst eigner Maschinen angewendet, eben so zum Durchbohren harter Steine. Die Kunst Diamanten zu schleifen, welche in Asien längst bekannt war, wurde 1456 durch *Berghen*, aus Brügge, entdeckt; man schleift sie zu Brillanten und Rosetten.

b) **Graphit**, *graphite, graphit,* **Wasserblei**, *plombagine, plumbago,* kommt theils schuppig, theils dicht vor, besitzt eine eisenschwarze bis dunkelstahlgraue Farbe, Metallglanz, einen schwarzen, glänzenden Strich, ist undurchsichtig, mild, in dünnen Blättchen sehr biegsam, specifisches Gewicht 1,8 bis 2,1; verbrennt in hohen Feuersgraden, schmilzt nicht im Feuer, wohl aber durchs Knallgasgebläse und *Volta*sche Batterien. Nach *Karsten* ist der Graphit ein Gemeng von Kohlenstoff mit eisenoxydhaltigen Gebirgsarten, welche erstern zufällig verunreinigen, denn Salzsäure entzieht dem Graphit bei gelindem Erwärmen das Eisenoxyd ohne Gasentwickelung. Der Cumberland-Graphit hinterläſst beim Verbrennen 13,1$\frac{0}{0}$ Rückstand, bestehend aus Kiesel-, Thonerde, Magnesia, Eisen-, Manganoxyd, Titansäure. Er findet sich im ältern Gebirg, eingemengt, auch in Lagen (im Steinkohlengebirg); berühmt ist der Graphit von Borrowdale in Cumberland, man findet ihn auch bei Passau, in der Gegend von (Hafner-) Obernzell, (1825 waren daselbst 17 Gruben im Gange), in Oesterreich, Mähren, Spanien, neuerdings auf Ceylan und am Himalayagebirg von vorzüglicher Reinheit.

Ueber den Cumberland-Graphit P. ch. E. Vol. I. p. 433. — *v. Oeynhausen* u. *v. Dechen* in K. A. f. M. Bd. 2. S. 285. Nach ihnen giebt die Grube jetzt nur noch sehr wenig Ausbeute.

Man benutzt den Graphit zur Verfertigung von Bleistiften, welche man sowohl aus den reinen derben Stücken schneidet, als auch aus dem gepulverten Graphit, den man zu einer Masse mittelst eines Bindemittels fertigt; hiezu hat man sich verschiedner Substanzen bedient, am meisten des plastischen Thons, welcher mit dem Graphit sehr fein geschlemmt und vermengt wird; man hat runde und vierkantige Stifte. Ferner dient der Graphit zur Verfertigung von Schmelztiegeln (solche werden zu Obernzell bei Passau gefertigt, vergleiche den Artikel Schmelztiegel unter dem Abschnitt „Thonwaaren"); zum Anstreichen von Eisen (Oefen), zur Verminderung der Reibung an Maschinen, theils trocken, theils mit Fett, zur Schmiere von Radkämmen bei Mühlwerken, für Fuhrwerk mit Fett, Oel, Harz.

Digitized by Google

Ueber die Anfertigung der Bleistifte siehe das D. t. Tom. 6. p. 201. — *Prechtl's* technolog. Encyklopädie Bd. 2. S. 437. — B. K. u. G. 1820. S. 230., 237., 449. 1826. S. 545. — Br. d'i. T. 1. p. 234. T. 6. p. 343. T. 17. p. 120. — D. p. J. Bd. 8. S. 254. Bd. 9. S. 133. Bd. 14. S. 127. Bd. 29. S. 38. Bd. 31. S. 71. — B. d. l. s. d'E. 1824. p. 16.

c) Kohlenblende, *Anthracite, slaty Glance Coal,* kommt in unregelmäſsigen Gestalten vor, hat einen muschligen, auch schiefrigen Bruch, Metallglanz, eine eisenschwarze Farbe, ist undurchsichtig, etwas spröde, specifisches Gewicht 1,79; sie ist frei von allem Bitumen, und brennt daher ohne Flamme und Rauch, ist aber auch schwer zu entzünden, hinterläſst einen mäſsigen Rückstand beim Verbrennen, welcher aus Kieselerde, Thonerde und Eisenoxyd besteht. — Hier reiht sich auch die Glanzkohle an, *Anthracite compacte, conchoidal Glance Coal,* von ausgezeichnet muschligem Bruch, starkem Metallglanz, specifischem Gewicht 1,48, sie hinterläſst beim Verbrennen $3\frac{1}{2}$ $\frac{0}{0}$ weiſse Asche. Die Schwerentzündlichkeit dieser Kohlenarten hindert den vielseitigen Gebrauch, man soll sich jedoch derselben zum Hüttenbetrieb, Kalkbrennen, selbst zur Heitzung in Amerika bedienen. Sollte jener Anthracit nicht eine sogenannte Sandkohle sein? —

d) Faserkohle, mineralische Holzkohle, von fasriger Textur, sehr weich, zerreiblich, kommt in dünnen Lagen auf den Schichtungsflächen der Schieferkohle vor, liefert, im Kleinen verkohlt, 80 bis 95$\frac{0}{0}$ Kohle.

e) Steinkohlen, Braunkohlen, von ihnen und vom Torf siehe das Nähere im II. Band.

Durch folgende Prozesse gewinnt man reinen Kohlenstoff:

1) Beim Hohofenbetrieb scheidet sich aus mit Kohlenstoff übersetztem Roheisen in groſser Hitze Kohlenstoff in dünnen, biegsamen, metallglänzenden, bleigrauen Blättern ab, Hohofengraphit.

2) Leitet man Kohlenwasserstoffgas (Beleuchtungsgas) durch glühende irdne Röhren, so scheidet sich in glänzenden Fäden Kohlenstoff ab. Hierauf beruht die Möglichkeit, nach *M'Intosh,* aus Stabeisen und Leuchtgas Cämentstahl zu verfertigen.

3) Man kann die Kohlensäure in einem kohlens. Salz, z. B. im kohlens. Kali oder Natron, durch Kalium, Phosphor, Bor, Kiesel, Zirkonium zersetzen, wodurch Kohlenstoff sich abscheidet, und Sauerstoff mit dem die Zersetzung bedingenden Körper sich verbindet.

4) Stark ausgeglühtes Lampenschwarz enthält nur eine Spur Wasserstoff, und kann für reinen Kohlenstoff gelten.

Der Kohlenstoff ist also entweder, wie der Diamant, krystallisirt, durchsichtig, farblos, der härteste bekannte Naturkörper,

ein Nichtleiter der Elektricität, oder höchstens krystallinisch, höchstens fadenförmig, blättrig, undurchsichtig, schwarz, glänzend oder matt, weich, ein Leiter der Elektricität, schlechter Leiter der Wärme. Der Kohlenstoff ist unschmelzbar.

Marx über die besondern Gestalten des Kohlenstoffs, S. n. J. Bd. 17. S. 321. Bd. 19. S. 54. — *Silliman* will Diamanten durchs Knallgasgebläse zur anfangenden Schmelzung, Graphit und Anthracit aber zur vollkommnen Schmelzung gebracht haben; letzteres beweist aber nichts für den Kohlenstoff, da erdige und metallische Theile in beiden Substanzen eingemischt sind; ersteres ist noch ziemlich problematisch! *Hare* will mittelst seines Deflagrators (einer starken *Volta*schen Batterie) ganz reine (?) Kohle in Schmelzung versetzt haben; sie war glänzend, glasig geworden, merklich hart und dicht. Andere Experimentatoren behaupten aber, daſs die Kohle nicht absolut frei von anderweitigen Substanzen war.

Der Kohlenstoff ist nicht feuerbeständig; *Davy* entlud eine groſse *Volta*sche Batterie mit Kohlenspitzen im luftleeren Raum, die Kohle verschwand allmälig während des Glühens und schlug sich an den Wänden der Glocke nieder; ähnliche Beobachtungen haben *Hare, Silliman* u. a. gemacht. Auch dürfte man aus der Verbindung des Wasserstoffs, Sauerstoffs und Stickstoffs mit Kohlenstoff in Gasform folgern, daſs letzter flüchtiger Natur sein müsse.

Frisch ausgeglühte Holzkohlen haben, als poröse Körper, die Eigenschaft, Gasarten und Dämpfe in ihre Poren aufzunehmen und zu verdichten. Diese Eigenschaft ist den porösesten Kohlen in einem höhern Grad eigenthümlich, als den minder porösen, weshalb auch natürlich gepulverte Kohlen sehr wenig absorbiren, da durchs Pulvern viele Poren zerstört werden. Je gröſser die Dichtigkeit des luftförmigen Körpers, je niedriger die Temperatur, desto gröſser ist auch bei gleichen Umständen die Absorption; einige Luftarten werden jedoch in gröſserer Menge, als andere, von derselben Kohle verschluckt. Diese merkwürdige Eigenschaft beobachtete zuerst *Fontana,* später stellte *Saussure* Versuche hierüber an und zeigte, daſs auch andere poröse Körper, als Meerschaum, Asbest, Holz, Wollen-, Seidenzeug luftförmige Körper absorbiren. Am stärksten absorbirte Buchsbaumkohle.

Bei 11 bis 13° Temperatur und einer Barometerhöhe von 0,724 Meter (26 par. Zoll 8,95 Linien) verschluckte ein Volum frisch ausgeglühter Buchsbaumkohle binnen 24 bis 36 Stunden:

Ammoniakgas	90	Volum	Oelbildendes Gas	35	Volum
Salzsaures Gas	85	-	Kohlenstoffoxydgas	9,42	-
Schwefligsaures Gas	65	-	Sauerstoffgas	9,25	-
Schwefelwasserstoffgas	55	-	Stickstoffgas	7,5	-
Stickstoffoxydulgas	40	-	Wasserstoffgas	1,75	-
Kohlensaures Gas	35	-	*Saussure* in G. A. Bd. 47. S. 113.		

Bei der Absorption der Gase wird in Folge der sehr beträchtlichen Raumesverdichtung, welche mehrere Luftarten in den Poren der Kohle erleiden, wodurch die mehresten derselben in den tropfbar-flüſsigen Zustand übergehen müſsen, Wärme frei. Ist die Kohle mit irgend einer Luftart angefüllt, und man bringt dieselbe darauf in eine andere, welche in noch gröſserer Menge von derselben verschluckt wird, so läſst die Kohle einen gewissen Theil der früher absorbirten Luft entweichen, und nimmt dafür von der andern einen proportionalen Theil auf. Bei der Aufnahme der Luftarten in die Poren der Kohle findet keine chemische Verbindung derselben mit dem Kohlenstoff statt. Schwefelwasserstoffgas, in die Poren der Kohle eingedrungen, wird durch den Sauerstoff der Luft zersetzt, Wasser bildet sich, Schwefel scheidet sich in den Poren ab, und die Kohle wird sehr heiſs; bringt man eine solche Kohle in reines Sauerstoffgas, so erfolgt manchmal eine Detonation; ein ähnliches Verhalten wie der Platinschwamm (vergl. oben Seite 98). Befeuchtet man die Kohle, nachdem sie sich mit Luft gefüllt hat, so giebt sie einen Theil derselben von sich.

Das beträchtliche Absorptionsvermögen der Kohlen und Hölzer für Wasserdampf war schon früher bekannt. Nach *Allen* und *Pepys* absorbirt während einer Woche an Wasserdampf aus der Luft dem Gewicht nach:

Kohle von Franzosenholz	9,6 Proz.	Kohle von Buchenholz	16,3 Proz.
- - Kienholz	13,0 -	- - Eichenholz	16,5 -
- - Buchsbaumholz	14,0 -	- - Mahagonyholz	18,0 -

Nach *Nau*'s Versuchen zeigten unter 39 Arten Kohle die gröſste Absorption binnen 24 Stunden: die K. von der Schwarzpappel und orientalischen Platane 16,3 $\frac{0}{0}$, dann vom Hollunder 10,4 $\frac{0}{0}$, vom Spindelbaum, der Gleditschia, Taxus 10,2 $\frac{0}{0}$, die geringste die Kohle des Wallnuſsbaums 0,9 und der Weiſsbuche 0,8 $\frac{0}{0}$.

Daſs eine Absorption von Wasserdampf dem Verbrennen der Kohlen nicht nur nicht schadet, sondern eher nützlich ist, ist oben Seite 89 gezeigt worden.

In neuester Zeit ist man auf eine unter Umständen stattfindende Selbstentzündung der Kohlen aufmerksam geworden. Wenn nämlich frisch bereitete Holzkohle schnell fein gepulvert in Massen von mindestens 70 bis 80 Pfund in Fässer geschüttet wird, so absorbirt sie rasch atmosphärische Luft, wobei Wärme entwickelt wird, welche bis auf 170 und 180° steigt, eine Selbstentzündung stattfindet, und zwar im Innern der Fässer bis auf $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$ Fuſs Tiefe, weiter unten ist die Kohle nur sehr wenig warm.

Aubert in D. p. J. Bd. 39. S. 121. — *Hadfield* das. Bd. 49. S. 446. — *Davies* das. Bd. 50. S. 22.

Ausgeglühte Holzkohlen besitzen ferner noch eine zweite sehr wichtige Eigenschaft, nämlich Farbstoffe, Extraktivstoff, brenzliches

Digitized by Google

liches Oel, riechende Stoffe, verschiedne Salze und andere Substanzen aus Flüssigkeiten aufzunehmen. Die erste Entdeckung dieser höchst nützlichen Eigenschaft der Kohle verdankt man *Lowitz* 1790; er entfärbte dadurch Indigauflösung, Syrup, Safran- und Krappaufgufs, machte faulgewordnes Wasser dadurch trinkbar! *Kels* und *Schaub* bedienten sich schon 1798 und 1800 des Kohlenpulvers um Syrup, Honig und Runkelrübensaft zu reinigen; zur Zuckerraffination wurde die Holzkohle zuerst von *Guillon* in Frankreich angewendet, die Thierkohle von *Figuier* 1810.

Aus den Versuchen von *Payen* mit verschiednen Kohlen haben sich folgende Resultate ergeben: alle Kohlen, sowohl von Thier- als Pflanzenstoffen, welche ein glänzendes, glasiges Ansehen besitzen, taugen zum Entfärben nicht, ihre Poren sind verstopft, sie können nicht gehörig absorbiren, wogegen alle Kohlen, welche ein mattes, erdiges Ansehen haben, eine ins Graue übergehende Farbe, ganz besonders hiezu sich eignen. Es kommt alles auf die Art der Zertheilung des Kohlenstoffs in der Kohle an (die chemische Dispersion, wie beim Platinschwamm), weshalb Diamantstaub, Graphitpulver gar nicht entfärben, wogegen das höchst feine Kohlenpulver, welches man bei der Bereitung des blausauren Eisenkalis gewinnt, sehr stark entfärbt. Kohle mit Kali (Pottasche) geglüht, wirkt besonders stark entfärbend; letzteres scheint auf eine eigenthümliche Weise die Wirksamkeit der Kohle zu erhöhen, ohne in die Mischung derselben einzugehen. Eine gut bereitete Knochenkohle entfärbt besser, als Holzkohle, obschon in der letztern viel mehr Kohlenstoff vorhanden ist; der phosphors. Kalk in der erstern entfärbt für sich nicht, sondern wirkt nur insofern mit ein, als durch das Vorhandensein desselben die Kohlentheilchen im Zustand der feinsten Zertheilung sich befinden. Zieht man die Kalksalze aus der Knochenkohle durch Salzsäure aus, so gewinnt man zwar eine bei gleichem Gewichtsverhältnifs stärker entfärbende Kohle, als die Knochenkohle an sich, ihre stärkere Wirkung steht aber zur geringern Quantität des Kohlenstoffs in der Knochenkohle in keinem Verhältnifs. So wirkt auch Holzkohle, welche aus mit Kreide oder Bimmsstein vermischten Holztheilchen bereitet wurde, besser als gewöhnliche Kohle. Stickstoffreiche Kohle entfärbt nicht besser, sondern schlechter, als stickstoffarme Kohle, denn Blutkohle entfärbt an sich weit weniger, als wenn sie mit Kali geglüht worden ist, welches durch Bildung von Cyan den Stickstoff aus der Kohle entfernt. Eben so wenig äufsern die anderweitigen Bestandtheile einer Thierkohle an und für sich entfärbende Kräfte, sie können eher selbst einen gewissen Grad von Färbung bedingen. Ausgeglühte Braunkohle entfärbt mehr als gewöhnliche Holzkohle, ebenso calcinirte

Alaunerde, bituminöser Mergelschiefer, welche letztere in Frankreich bei der Raffination des Zuckers angewendet werden.

Folgende Tabelle, von *Bussy* entworfen, zeigt die entfärbenden Kräfte verschiedner Kohlen.

Bezeichnung der angewendeten Kohlen.	Gewicht in Grammen.	Quantität d. entfärbten Indigauflösung. 1 Ind.: 1000 Flüssigk.	Quantität d. entfärbten Melassenauflös. 1 : 20 Wasser.	Entfärbende Kraft gegen Indigo.	Entfärbende Kraft gegen Melasse.
		Liter.	Liter.		
Blut mit Pottasche kalcinirt	1	1,6	0,18	50	20
- - Kreide -	1	0,57	0,10	18	11
- - phosphors. Kalk kalcinirt	1	0,38	0,09	12	10
Gallert mit Pottasche kalcinirt	1	1,15	0,14	36	15,5
Eiweiſs - - -	1	1,08	0,14	34	15,6
Stärkemehl - -	1	0,31	0,08	10.6	8,8
Kohle aus essigs. Kali	1	0,18	0,04	5,6	4,4
Kohlenstoff aus kohlens. Natron durch Phosphor	1	0,38	0,08	12	8,8
Rus kalcinirt	1	0,128	0,03	4	3,3
- mit Pottasche kalcinirt	1	0,55	0,09	15,2	10,6
Knochenkohle mit Salzsäure u. Pottasche behandelt	1	1,45	0,18	45	20
Knochenkohle mit Salzsäure behandelt	1	0,060	0,015	1,87	1,6
Pflanzen- oder Thieröl mit phosphors. Kalk kalcinirt	1	0,064	0,017	2	1,9
Knochenkohle	1	0,032	0,009	1	1

Kocht man z. B. eine Indigauflösung, oder eine Abkochung von Rothholz, mit einer hinlänglichen Menge fein gemahlner Knochenkohle, so wird erstere ganz farblos, letztere blaſsgelb. Die Kohlentheilchen haben nämlich die farbigen Stoffe in ihre Poren aufgenommen, aber nicht zerstört, wie Chlor und zum Theil die schweflige Säure wirken; wäscht man die Kohle nachher ab, trocknet und wiegt sie, so ergiebt sich eine Gewichtszunahme der angewendeten Kohle. Behandelt man die zur Entfärbung benutzte Kohle mit einem schicklichen Auflösungsmittel, so zieht dasselbe die farbige Substanz unverändert aus derselben. *Graham* hat eine Reihe von Versuchen über die Absorption verschiedner Salze durch gereinigte Knochenkohle angestellt und gefunden, daſs z. B. Bleisalze, Silbersalze, Kalkwasser von letzter vollständig absorbirt wird. — *Payen* hat ein Instrument erfunden, *Décolorimètre*, um die Entfärbungskraft der Kohlen zu messen.

Payen und *Bussy* in den V. d. G. 1823. S. 145., 174. — *Bussy* in D. p. J. Bd. 9. S. 223. — *Graham* das. Bd. 40. S. 443. — *Dubrunfaut* das. Bd. 41. S. 434. — *Payen's Décolorimètre* D. t. Tom. 8. p. 532, in D. p. J. Bd. 27. S. 372. — *Dubrunfaut's* Verbesserung an demselben das. Bd. 40. S. 448.

Anwendung der Kohlen. Man bedient sich der Knochenkohle in den Zuckerraffinerien zum Entfärben und Klären der Zuckerauflösung sowohl im fein gepulverten, als auch, nach *Dumont*, im gekörnten Zustand; sie absorbirt nicht blos den Extraktiv- und Farbstoff, sondern auch Eiweiſsstoff, Schleim, Kalk, selbst Zucker. Man wendet sie nicht blos zur Raffinirung des indischen Zuckers, sondern auch des Runkelrüben- und Stärkezuckers an, so wie zur Klärung von Honig u. a. süſsen Säften (siehe beim Zucker). Zur Reinigung von Essig, um ihn farblos zu machen (siehe beim destillirten Essig), von andern Pflanzensäuren, als Sauerklee-, Weinstein-, Benzoë- Bernsteinsäure, von essigsauren, weinsteinsauren Salzen u. a. m. wird theils Holz-, theils mit Salzsäure ausgezogne Knochenkohle gebraucht. Es ist bekannt, daſs der aus Holzessig bereitete Tafelessig meist noch eine Spur von brenzlichem Geschmack und Geruch besitzt; dieses kann man durch Digestion mit gereinigter Blutkohle entfernen; Kohle bindet aus der Bernsteinsäure Brandöl, aus dem fusligen Branntwein Fuselöl. Eben so kann man auch mit Kohle stinkendes Wasser reinigen (siehe beim Wasser Seite 105.). Kohlenpulver bewahrt organische Körper vor Fäulniſs; deshalb verkohlt man alle Pfähle, die in die Erde eingeschlagen werden. Fleisch, Thierkadaver, welche vorher ausgeweidet sein müssen, können vor der Fäulniſs Monate lang gesichert werden, wenn man sie mit frisch ausgeglühtem Kohlenpulver ausstopft, und in mit Kohlenstaub ausgefütterten, luftdicht zu verschlieſsenden Gefäſsen aufbewahrt. Selbst beim Brand und stinkenden Ausflüssen krankhafter Natur leistet frisch ausgeglühtes Kohlenpulver gute Dienste.

Da der Kohlenstoff den Einwirkungen sämmtlicher Alkalien, mäſsig starker Säuren, des Chlors widersteht, so ist er ein Mittel, um unzerstörbare Tinte zu verfertigen, zu welchem Endzweck man die möglichst reinste Kohle mit einer schicklichen Flüssigkeit mengt. Man hat feine Tusche mit Wasser und sehr wenig Salzsäure angerieben und damit geschrieben, die Säure dann mit Ammoniakgas abgestumpft. (Das Nähere im II. Band unter „Tinte".) Auf dieser Eigenschaft des Kohlenstoffs beruht die Möglichkeit, alte vergelbte Drucke, Kupferstiche mit Chlor zu bleichen, indem nur allein das vergelbte Papier vom Chlor weiſs wird. — Kohlenstoff schützt Eisen gegen Rost.

Der Kohlenstoff verbindet sich mit Sauerstoff in 5 Verhältnissen.

1) Honigsteinsäure, *Acide mellitique, mellitic acid*, (C_4O_3), von *Klaproth* 1799 entdeckt, kommt an Thonerde gebunden im Honigstein vor. Sie krystallisirt in kleinen, farblosen Nadeln, ist geruchlos, luftbeständig, schmeckt sehr sauer, löst sich in Wasser und Alkohol, in kochender conc. Schwefelsäure ohne Entmischung, nicht so in conc. Salpetersäure, besteht aus 50,21 Kohlenst. und 49,79 Sauerst., oder aus 4 Vol. Kohlenst.dampf und 3 Vol. Sauerst.gas; sie wird in höhern Hitzegraden verkohlt, ohne brenzliches Oel zu geben.

2) Krokonsäure, *Acide crocique*, (C_5O_4) von *Gmelin* entdeckt, bildet sich bei der Darstellung des Kaliums. Sie krystallisirt in pomeranzenfarbnen Nadeln, wird beim Erhitzen und freiem Zutritt der Luft zerstört, besteht aus 48,8 Kohlenst. und 51,2 Sauerst., löst sich in Wasser und Weingeist leicht auf. *Gmelin* nimmt noch 0,77$\frac{0}{0}$ Wasserstoff in derselben an.

3) Kohlenstoffoxyd, Kohlenstoffoxydgas, *Gas oxide de carbone, carbonic oxyde*, ($\dot{C}$), von *Priestley* entdeckt, von *Cruickshank* 1801 genauer bestimmt, kommt nicht in der Natur vor. Es bildet sich bei jedem Verbrennen von Kohle, von Kohlenstoff enthaltenden Substanzen, so beim Verbrennen der Brennmaterialien in Oefen, auf Heerden, in Folge einer nicht vollständigen Oxydation, ebenso auch bei der Reduktion von Metalloxyden mittelst Kohle bei metallurgischen Prozessen.

Man stellt es am reinsten aus der Ameisensäure dar ($C_2H_2O_3 = 2\dot{C} + \dot{H}$); man erhitzt ein ameisens. Salz mit überschüssiger conc. Schwefelsäure, wodurch dieselbe in Kohlenstoffoxydgas und Wasserdampf sich zersetzt; auch aus der Sauerkleesäure ($\ddot{C} = \dot{C} + \ddot{C}$) kann mittelst conc. Schwefelsäure in der Wärme Kohlenoxydgas, aber mit einem gleichen Volum kohlensaurem Gas gemengt, erhalten werden, welches letztere durch Kalkmilch entfernt werden muſs. Glüht man kohlens. Kalk, (Marmor) mit $\frac{1}{4}$ Kohlenpulver in einer eisernen Retorte, so erhält man auch Kohlenoxydgas, aber nicht allein mit kohlens. Gas vermengt, sondern auch mit Wasserstoffgas, weshalb diese Methode verwerflich.

Das Kohlenstoffoxydgas ist farb-, geruch- und geschmacklos, (das unreine, aus Kreide und Kohle dargestellte, hat einen stechenden, übeln Geruch), specifisches Gewicht 0,97, 100 Kubikzoll wiegen 0,1541 preuſs. Loth, 1 Kubikfuſs 2,664 Loth; Brechungsvermögen 1,157. Es verbrennt, an der Luft angezündet, mit hellblauer Flamme, und verzehrt die Hälfte seines Raums Sauerstoffgas, Produkt kohlensaures Gas; geathmet erregt es Schwindel, Betäubung, Ohnmacht, selbst mit $\frac{1}{4}$ atmosphärischer Luft gemengt. Leitet man dasselbe über glühendes Zink-, Eisen-, Zinnoxyd, so nimmt es aus diesen Sauerstoff auf, wird zu kohlensaurem Gas, indem letztere sich reduciren. Es besteht aus: 43,32 Kohlenst. und 56,68 Sauerst., oder aus 1 Vol. Kstoffdampf und 1 Vol. Sstoffgas; es verbindet sich mit Chlorgas, wird von Wasser sehr wenig absorbirt, dieses nimmt etwa $\frac{1}{30}$ auf.

4) **Sauerkleesäure**, *Acide oxalique, oxalic acid,* ($\dddot{\bar{C}}$ oder $\dddot{O}$), aus Kohlenstoffoxyd- und kohlensaurem Gas zu gleichen Raumtheilen gebildet, ($\dddot{\bar{C}} = \dot{C} + \ddot{C}$), wird in der organischen Chemie näher beschrieben werden.

5) **Kohlensäure, kohlensaures Gas**, *Acide carbonique, carbonic acid,* (fixe Luft, Luftsäure), ($\ddot{C}$), von *Van Helmont* im 17ten Jahrh. von der atmosphärischen Luft unterschieden, findet sich stets in der letztern; ihr Vorhandensein in der Luft kann man durch Kalkwasser ermitteln, welches in Berührung mit derselben kohlens. Kalk absetzt. Kohlensaures Gas wird in vulkanischen Ländern aus dem kohlens. Kalk der Gebirgsformation vermöge vulkanischen Feuers entbunden, **Mofetten**, in der Nähe des Vesuvs; es findet sich in der sogenannten Hundsgrotte zu Pausilippo bei Puzzuoli, wo es zunächst dem Boden sich ansammelt, ferner in mehrern andern Höhlen im Neapolitanischen, in Deutschland zu Pyrmont, in den Rheingegenden; am Laacher See giebt es Gruben, in denen es sich ansammelt. Oft kommt es aus Quellen in starken Strömen hervor, so zu Franzensbrunn bei Eger im Polterbrunnen, bei Trier, bei Byrresborn. Es findet sich auch in Schächten und wird **saure Wetter** genannt.

Es kommt sehr häufig an Wasser gebunden vor; so enthält jedes Brunnenwasser kohlensaures Gas (vergleiche Seite 103.), und hat davon einen erfrischenden Geschmack, behält es auch desto länger in sich, je mehr es vor dem Eindringen der Wärme und Kälte geschützt ist, widrigenfalls es sich entbindet, wie z. B. aus dem Fluſswasser. Es giebt aber Quellen, welche ein viele Kohlensäure enthaltendes Wasser geben, man nennt sie **Sauerbrunnen**, die Wasser **Säuerlinge**. Kohlensaures Wasser löst kohlens. Erden und Metalloxyde auf, als z. B. kohlens. Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul; Wasser, welche kohlens. Eisenoxydul durch die Kohlensäure des Wassers gelöst enthalten, nennt man **Eisen- (oder Stahl-) Wasser**.

Zu den Säuerlingen gehört das weltberühmte Selterswasser, von Selters an der Lahn, im Herzogthum Nassau, von welchem eine sehr groſse Menge Flaschen (2,500,000) jährlich verkauft werden, ungeachtet daſs noch weit mehr in Europa nachgebildet wird. Auch zu Roisdorf bei Alfter unweit Bonn, zu Bilin in Böhmen, zu Rohitsch in Oesterreich, zu Pyrmont und Kissingen giebt es ähnliche Säuerlinge, u. a. a. O. m. Zu den Eisenwassern zählt man das Wasser von Karlsbad*, Teplitz*, Franzensbrunn bei Eger, Marienbad in Böhmen, Fachingen, Geilnau, Driburg, Pyrmont, Ems* am Rhein, Langenschwalbach, Wiſsbaden* in Nassau, Baden* in Baden, Cudowa, Reinerz in Schlesien etc., auſserdem

*) Die mit * bezeichneten Quellen sind heiſse.

noch eine groſse Zahl anderer Quellen, von denen ich nur noch Spaa in den Niederlanden nennen will.

Endlich kommen auch häufig kohlens. Salze in der Natur vor, als z. B. kohlens. Natron, Baryt, Strontian, Kalk, Magnesia, Eisen-, Manganoxydul, Zink-, Kupfer-, Bleioxyd etc.

Kohlensäure wird erzeugt durchs Verbrennen des Kohlenstoffs (des Diamanten so gut, wie des Lampenruses); es bildet sich dabei, dem Volum nach, eben so viel kohlensaures Gas, als Sauerstoffgas verzehrt wurde; bei dem Verbrennen des Holzes und der Kohle erzeugt sich jedoch zugleich noch viel Kohlenstoffoxydgas. Durch den Athmungsprozeſs der Menschen und Thiere wird kohlensaures Gas gebildet. (Daſs die ausgeathmete Luft viel kohlensaures Gas enthält, kann man dadurch beweisen, daſs man Luft durch ein Rohr in Kalkwasser bläst; sogleich wird dieses trüb, und kohlens. Kalk fällt nieder). Kohlensäure ist ein Produkt der weinigen Gährung, der Fäulniſs; (bei der Essiggährung tritt nur dann Kohlensäurebildung ein, wenn gleichzeitig mit ihr noch weinige Gährung besteht). Bei der Gährung und dem Athmen bildet sich kohlensaures Gas bei einer sehr niedrigen Temperatur, während zum Verbrennen der Kohle eine viel höhere erfordert wird.

Man stellt das kohlensaure Gas durch Zersetzung des Marmors (kohlens. Kalks) mittelst verdünnter Schwefel- oder Salzsäure dar, und fängt es über Wasser auf; der Apparat ist derselbe, wie zur Darstellung des Wasserstoffgases, Fig. 11. Tafel I.

Kohlensäure + Kalk
Schwefelsäure } schwefels. Kalk

Im Groſsen erzeugt man kohlensaures Gas aus denselben Materialien, namentlich auch aus Magnesit (kohlens. Magnesia), Dolomit (kohlens. Magnesia + kohlens. Kalk), auch durchs Verbrennen von Kohlen in verschloſsnen, mit einem Blasebalg versehenen Oefen, z. B. zur Bereitung von Bleiweiſs.

Das kohlensaure Gas ist farblos, riecht säuerlich, stechend, schmeckt säuerlich, röthet feuchtes, nicht trocknes Lackmuspapier, die Röthung ist nur vorübergehend, specifisches Gewicht 1,524; es wiegen daher 100 Kubikzolle 0,2422 Loth, und 1 Kubikfuſs 4,1859 Loth; Lichtbrechungsvermögen 1,526, relative Wärme 0,828. Es wird durch einen Druck von 40 Atmosphären tropfbar-flüssig, zu einer mächtig verdampfenden, explodirenden Flüssigkeit *). Es ist nicht athmenbar, erregt Schwindel, Betäubung, kann jedoch 15§ der Luft ausmachen, ohne lebensgefährlich zu wirken; es ist nicht brennbar, in ihm verlöschen brennende Körper. Man hüte sich daher in Keller zu gehen, in denen viel Most und Bier gährt, ohne

*) *Brunel's Gas engine*, siehe D. p. J. Bd. 20. S. 209.

Digitized by Google

daſs das schädliche Gas entfernt wird, sonst kann man ersticken, wie leider viele Beispiele beweisen; dies läſst sich durch eine geregelte Ventilation vermeiden.

Um zu sehen, ob an einem Ort eine Luftart in Menge sich findet, welche dem Athmen nachtheilig ist, rathet man gewöhnlich, ein brennendes Licht an eine lange Stange zu binden und hinein zu halten, an dessen Verlöschen man abnehmen kann, daſs die Luft zum Unterhalten des Brennens, und somit auch des Athmens, nicht tauglich sei. Dieses Verfahren ist jedoch nur in so fern ohne Gefahr anzuwenden, als die schädliche Luft nicht zugleich auch brennbar ist, wie Kohlenwasserstoffgas, denn dieses würde sich dadurch entzünden und detoniren. — Daſs man sich des kohlensauren Gases zum Löschen brennender Schornsteine bedient, ist bereits oben Seite 88. angegeben worden, das Feuer wird erstickt, wenn man den Schornstein verschlieſst, indem das erzeugte kohlensaure Gas das Verbrennen hindert.

Die Kohlensäure besteht aus: 27,65 Kohlenst. und 72,35 Sauerstoff, oder aus 1 Volum Kstoffdampf und 2 Volum Sstoffgas; sie wird durch elektrische Funken im Kohlenstoffoxyd- und Sauerstoffgas zerlegt, durch Kalium, Kiesel, Bor, Phosphor, welche sich unter Abscheiden von Kohlenstoff oxydiren; Methoden Kohlenstoff rein darzustellen, (siehe oben Seite 110.) Leitet man kohlens. Gas über glühendes Eisen, Zink, Zinn, so bildet sich Kohlenoxydgas und letztere oxydiren sich. Das Wasser nimmt bei der mittlern Lufttemperatur ein gleiches Volum kohlensaures Gas auf, bei niederer Temperatur und vermehrter Dichtigkeit des Gases mehr; man hat es bis zum sechsfachen Gehalt getrieben. (Die Bedingungen zu einer reichlichen Absorption sind vorn Seite 7. angegeben.)

Zu diesem Zweck sind in neuerer Zeit verschiedne Apparate erfunden worden, von *Bramah*, D. p. J. Bd. 10. S. 1., *Cameron* das. Bd. 14. S. 192., *Simonin* das. Bd. 17. S. 350., *Struve* das. Bd. 18. S. 173., *Ravizza* das. Bd. 20. S. 533., *Planche*, *Boullay* und *Boudet* das. Bd. 21. S. 501., *Laville de Lapleigne*, Br. d'i. T. 13. p. 128., *Sormani* D. p. J. Bd. 38. S. 120., *Bakewell* das. Bd. 47. S. 103., *Soubeiran* das. S. 178., *Boissenot*, das. S. 373. — Der *Struve*'sche Apparat ist im preuſsischen Staat patentirt. — Bei allen diesen mehr oder minder zusammengesetzten Vorrichtungen ist künstliche Verdichtung des entwickelten und mittelst Wasser gewaschnen Gases die Hauptsache; sie geschieht theils durch das Gas selbst, welches mit groſser Schnelligkeit sich entwickelt und sich dadurch verdichtet, theils, und am zweckmäſsigsten, durch Druckpumpen. Das Waschen ist deshalb nothwendig, um zu verhüten, daſs Schwefelsäure mit fortgerissen in das Wasser gelange; das Wasser muſs destillirtes und zum Behuf der Anfertigung eisenhaltender Wasser nach dem Destilliren in einer Atmosphäre von Kohlensäure erkaltet sein; es wird durch einen Quirlapparat, welcher luftdicht durchs Mischungsgefäſs hindurchgeht, zur Beförderung der Absorption umgerührt. Beim Füllen der Flaschen mit künstlichem Selterswasser ist darauf zu sehen, daſs sie möglichst gefüllt sind, sonst wer-

den sie leicht zerspringen; im ersten Fall findet nämlich das kohlensaure Gas, welches sich entwickeln will, keinen Raum sich irgend wo anzusammeln. Eine Maschine zum Korken der Flaschen hat unter andern *Masterman* angegeben, D. p. J. Bd. 19. S. 155., eine andere *Röber*, die die Pfropfen selbst schneidet, V. d. G. 1830. S. 150. An *Struve*'s Apparat ist eine sinnreiche Vorrichtung zum Füllen und Pfropfen der Flaschen angebracht.

Die Säuerlinge, sowohl natürliche, als künstliche, haben folgende Eigenschaften: sie sind farblos, haben einen stechend-säuerlichen Geruch, von dem sich stets entbindenden kohlensauren Gas, schmecken säuerlich, kühlend, röthen Lackmuspapier, aber nur vorübergehend; sie schäumen beim Ausgieſsen, und lassen viel Gas entweichen, verlieren dasselbe gänzlich durchs Erwärmen und Gefrieren. Enthalten solche Wasser kohlens. Eisenoxydul, so besitzen sie einen tintenhaften, zusammenziehenden Geschmack, vorher aber einen säuerlich-kühlenden, setzen an der Luft ein Häutchen von kohlens. Eisenoxydul ab, welches sich allmählig oxydirend in den Regenbogenfarben schillert, und als Eisenoxydhydrat, Ocker, niederfällt. Indem nämlich das kohlensaure Gas allmälig entweicht, muſs sich das nur durch dasselbe auflösliche kohlens. Eisenoxydul abscheiden, und zwar an der Oberfläche, wo jenes sich entbindet; durch den Sauerstoff der Luft geht das Eisenoxydul in Oxyd über, welches, mit Wasser verbunden, Ocker bildet. Ueberall, wo das eisenhaltende Wasser hinläuft, setzt es Krusten von gelbem, oder gelbbraunem Ocker ab.

Struve über die Nachbildung natürlicher Mineralwasser, P. A. Bd. 7. S. 341., 429. *Bischof* Mittel die Fällung des Eisenoxyds zu verhüten, S. n. J. Bd. 27. S. 26. Man entdeckt das Eisen, wenn man zu solchem Wasser hydrothions. Ammoniak zusetzt, wodurch ein schwarzer Niederschlag entsteht, Schwefeleisen; durch Galläpfeltinktur, welche eine purpurrothe, schnell ins Blaurothe und Blauschwarze übergehende Färbung erzeugt. Kocht man das Wasser mit Salpetersäure, oder erwärmt es gelind mit Chlorwasser, und setzt dann Ammoniak im Ueberschuſs hinzu, so fällt Eisenoxydhydrat in braunen Flocken nieder etc.; vergleiche vorn Seite 104.)

Kohlensaures Gas wird auch von Alkohol verschluckt, und ist in geistigen Getränken, welche nicht vollständig ausgegohren haben, als im Champagner, den moussirenden Bieren enthalten, wovon später mehr. Man benutzt das kohlensaure Gas, sowohl das natürliche, als das durch die Gährung der Maische, durchs Verbrennen von Kohle erzeugte, zur Bereitung von Bleiweiſs mittelst basisch essigs. Bleioxyds, zur Darstellung doppelt kohlens. Salze, indem man das Gas in Auflösungen neutraler kohlens. Salze leitet.

Die kohlensauren Salze, *Carbonates*, sind farblos, theils krystallinisch, theils erdig, brausen mit Säuren, indem das kohlen-

Digitized by Google

saure Gas entweicht. Die sauren sind sämmtlich, die neutralen nur zum Theil in Wasser löslich; erstere enthalten theils 1½, theils 2mal so viel Kohlensäure, als letztere, die basischen sind unlöslich.

Der Kohlenstoff geht mit Wasserstoff in sehr manuigfaltigen Verhältnissen Verbindungen ein, welche theils Produkte der Entmischuug organischer Körper, theils selbst unter die vegetabilischen Substanzen zu rechnen sind.

H_4C_5 Naphthalin; H_8C_5 Citronen-, Terpenthinöl, das flüchtige Oel im Nelkenöl; HC im Oelgas; H_3C_2 desgl.; H_2C ölbildendes Kohlenwasserstoffgas, Paraffin, Rosenölstearopten; H_4C_2 im Oelgas; H_5C_3 Steinöl; H_8C_4 Weinöl; H_4C Kohlenwasserstoffgas, Schererit; $H_{16}C_{10}$ Wachholderöl, Copaivaöl; $H_{10}C_4$ Aethyl.

1) **Kohlenwasserstoffgas**, *Gas hydrogène proto-carboné, Bihydroguret of carbon,* Sumpfluft, *Gas inflammable des marais*, (H_4C), erzeugt sich überall wo organische Materien faulen, in Sümpfen, Morästen, stehenden Wassern; es dringt aus dem Erdboden hervor, wie z. B. an vielen Orten am nördlichen Abhang der Appenninen bei Velleja, Pietra Mala, Barigazzo, zu Macaluba in Sicilien, es treibt ein schlammiges, oft salziges Wasser, mit Steinöl gemengt, empor, weshalb man diese Orte *Salzes* nennt. Neuerdings hat man solches Gas in Siebenbürgen bei Kis-Saros, in den Szlàtina'er Steinsalzgruben u. a. a. O. gefunden. Zu Rheina an der Ems giebt es eine fortdauernde Gasentwicklung aus einem verlaſsnen Grubenschacht. Man pflegt an jenen Orten das brennbare Gas anzuzünden, und benutzt die Hitze, die es giebt, zum Kalkbrennen, zum Betrieb von Töpfereien, in China zum Salzsieden, auch zur Beleuchtung, obschon es hiezu nicht besonders tauglich ist. Es findet sich auch in Steinkohlengruben, erfüllt die Stollen und ist, wenn es sich in Menge ansammelt, sehr gefährlich; wegen der fürchterlichen Explosionen, die es bedingt, nennen es die Bergleute **schlagende Wetter, feurige Schwaden**, *feu terrou, grisou,* oder *brisou, fire damp.* Es dringt aus den Klüften der Steinkohlenflötze hervor, und bläst oft mit Macht Tage lang aus, erfüllt den ganzen Raum der Gruben; die Art und Weise der Erzeugung dieses Gases im Innern der Erde ist noch räthselhaft. (Eben so hat man beobachtet, daſs es sich in den Steinkohlen erzeugen kann, indem diese zuweilen in Magazinen und in Schiffen ein explodirendes Gas entwickeln.

Man kann das Gas aus Sümpfen auffangen, wenn man den Morast umrührt, und in mit Wasser gefüllten Flaschen, die mit einem Trichter versehen sind, die sich entbindenden Gasblasen aufsammelt. Das so erhaltne Gas enthält aber noch kohlensaures Gas, auch wohl etwas Stickgas; ersteres entfernt man durch ätzendes Kali. Bei einer jeden trocknen Destillation organischer Körper

wird Kohlenwasserstoffgas erhalten, es ist jedoch stets mit ölbildendem Kohlenwassertoffgas, kohlensaurem und Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas, besonders bei höhern Temperaturgraden mit letzterm vermischt. Man pflegt es so darzustellen, daſs man durch ein dunkelroth glühendes Porzellanrohr, oder Flintenlauf, ölbildendes Kohlenwasserstoffgas langsam streichen läſst, oder man leitet durch einen glühenden Flintenlauf (Taf. I. Fig. 38.) Alkoholdämpfe, wodurch man aber ein Gemeng von den oben angegebnen Gasen erhält, in welchem die Sumpfluft etwa die Hälfte ausmacht.

Das Kohlenwasserstoffgas ist farblos, riecht unangenehm, specifisches Gewicht 0,559, es wiegen daher 100 Kubikzolle 0,0889 Loth und 1 Kubikfuſs 1,5353 Loth, das Lichtbrechungsvermögen 1,504; es ist brennbar und verbrennt mit einer matten, gelblichen Flamme, verzehrt das doppelte Volum Sauerstoffgas und erzeugt kohlensaures Gas und Wasserdampf; es bedingt, in groſser Menge mit atmosphärischer Luft gemengt, Schwindel, Brustbeklemmung, rein geathmet tödtet es kleine Thiere sogleich. Es besteht aus: 75,38 Kohlenst. und 24,62 Wasserst., oder aus 1 Volum Kstdampf und 4 Volum Wstgas; es wird durch Dunkelrothglühhitze, durch elektrische Funken, in Wasserstoffgas und sich abscheidenden Kohlenstoff zersetzt; Wasser nimmt $\frac{1}{14}$ dem Raum nach auf.

Da dieses Gas in Kohlengruben häufig gefunden wird, und den Arbeitern sowohl durch das beschwerliche Athmen, als auch wegen der oft eintretenden Explosionen durch die Grubenlichter, sehr nachtheilig wird, so hat man vielerlei Mittel versucht, letzteres Uebel zu beseitigen, bis *Davy* seine Sicherheitslampe, *safety lamp for coal miners, lampe de sûreté* erfand. Das Prinzip, auf welches sich dieses Instrument gründet, ist die Thatsache, daſs ein enges Drahtgewebe die Flamme nicht durchschlagen läſst, (siehe oben Seite 81.). Das Drahtgewebe ist von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{60}$ englischen Zoll starken Kupfer- oder Messingdraht, die Oeffnungen müssen nie weiter sein als $\frac{1}{20}$ engl. Zoll im Geviert; das Gewebe, dessen *Davy* sich bediente, hatte 784 Oeffnungen auf den engl. Quadratzoll. Aus solchem Gewebe wird ein $1\frac{1}{2}$ Zoll weiter und 7 Zoll langer Cylinder gefertigt, nicht weiter, sonst wird er oben zu heiſs; überhaupt ist es vorsichtshalber nöthig, die obere Hälfte und den Deckel am Cylinder von doppeltem Gewebe zu machen. Durch eine Schraube, an welche das Drahtgewebe vermittelst eines dichten Rings befestigt ist, wird der Cylinder mit dem Oelbehälter der Lampe verbunden; durch diesen geht ein Draht zum Putzen des Dochts wasserdicht hindurch.

Fig. 6. und 8. Tafel II. stellen die Sicherheitslampe dar. *a*, *a* ist der Oelbehälter $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch, *b* der mit Schraubengewinde versehene Hals desselben, auf welchen der Drahtgewebecylinder aufgeschraubt wird.

c die Röhre zum Einfüllen des Oels, mit messingnem Schraubenstöpsel, *c'* die blecherne Dülle für den Docht, *d* ein wasserdicht durch den Oelbehälter gehendes Rohr, durch welches ein Draht *e* zum Stören des Dochts hindurch geht. *f* eine Oeffnung im Fuſsrand des Oelbehälters, um den Griff des Drahts *e* aufzunehmen, *g* eine Schraubenspindel, welche in eine Mutterschraube am Oelbehälter eingeschraubt werden kann, und dazu dient, den aufgeschraubten Drahtgewebecylinder zu befestigen, so daſs ihn der Bergmann nicht leicht abschrauben kann; *g' g' g'* drei starke Drähte zur Sicherung und Befestigung des Drahtgewebecylinders. Fig. 7. *h* eine Spirale aus Platindraht, welche *Davy* vorschlug, um beim Verlöschen der Lampe durchs Erglühen Licht zu verbreiten, (vergleiche vorn Seite 91.); sie wird gewöhnlich nicht angewendet. Man pflegt auch wohl eine Halblinse, in eine verschiebbare Metallplatte gefaſst, an den Drähten *g' g'* des Cylinders anzubringen, um das Licht concentrirt auf einen Punkt zu werfen.

Bringt man diese Lampe mit brennendem Docht in eine Atmosphäre von schlagenden Wettern, so vergröſsert sich sogleich die Flamme; beträgt diese Luftart $\frac{1}{12}$ der Atmosphäre, so erfüllt eine schwach blaue Flamme den ganzen Cylinder, innerhalb welcher der Docht hell und glänzend fortbrennt. Machen die schlagenden Wetter $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ der Luftmenge aus, so verliert sich die Flamme des Dochts in der Flamme der brennbaren Luft, die dann den Cylinder mit sehr starkem Licht erfüllt; bei einem Gehalt von $\frac{1}{3}$ an jenem Gas geht die Lampe aus, dann ist aber auch die Luft zum Athmen nicht mehr tauglich. Soll die Flamme der brennenden schlagenden Wetter im Cylinder ausgelöscht werden, so braucht man nur ein Futteral über denselben zu decken. Niemals darf der Cylinder in der Grube abgenommen werden, sonst erfolgt auf der Stelle eine fürchterliche Explosion; eben so dürfen auch nirgends am Cylinder gröſsere Oeffnungen, oder ausgebrannte Stellen im Gewebe sich befinden.

Der Gebrauch dieser Sicherheitslampe ist in England, Schottland, Frankreich, den Niederlanden, den preuſsischen Rheinprovinzen, Amerika etc. eingeführt. Nicht allein in Kohlengruben gegen schlagende Wetter sind diese Lampen sichernd, sondern auch gegen die gefährlichen Entzündungen des Pulverstaubs in Pulvermagazinen, Laboratorien der Artillerie, des Spiritusdampfs in Brennereien und Branntweinniederlagen, kurz überall sind sie anwendbar, wo brennbare Dämpfe oder Gase, leicht entzündliche Staubtheile, der Luft beigemengt sind.

Literatur über die Sicherheitslampe. *Davy on the safety lamp for coal miners, with some researches on flame, London* 1818, im Anszug in G. A. Bd. 56. S. 112. — *Chevremont* das. Bd. 69. S. 353. Auch Seite 336 u. f. — *Roberts* in D. p. J. Bd. 25. S. 224. Bd. 40. S. 209. — *Bonner* das. Bd. 34. S. 125. — Sicherheitslampe, wie sie in London üblich, R. i. Tom. 14. p. 128. — Neuer Verschluſs an den S., D. p. J. Bd. 45. S. 50. — *Renaux*

S. mit Glaskugeln, das. Bd. 47. S. 410. — Französische Instruktion über den Gebrauch A. d. M. Tom 10. p. 3. — Preufsisches Reglement etc. D. p. J. Bd. 20. S. 510. — *Blesson* über die Anwendbarkeit der Sicherheitslampe in Pulvermagazinen, G. A. Bd. 69. S. 224.

2) Oelbildendes Kohlenwasserstoffgas, *Gas hydrogène percarboné, Gas olefiant, Hydroguret of carbon,* (HC), also genannt, weil es sich mit Chlorgas zu einer ölartigen ätherischen Substanz verbindet; es kommt nicht in der Natur vor. Man gewinnt es durch trockne Destillation organischer Substanzen, sowohl vegetabilischer, als thierischer, mit andern Gasarten, als dem erstern Kohlenwasserstoffgas, Wasserstoff-, Kohlenoxyd- und kohlensaurem Gas, (Schwefelwasserstoffgas, Ammoniakgas) gemengt, von welchen es nur unvollkommen befreit werden kann. (Das Nähere hierüber weiter unten). Am schnellsten und sehr rein erhält man es, wenn eine Mischung von 1 Theil Alkohol und 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure bei langsam gesteigerter Wärme erhitzt wird, wozu ein Kolben mit gekrümmter Gasröhre brauchbar (Tafel 1. Fig. 7). Der Alkohol (= 2 HC + Ḣ) tritt nämlich der Schwefelsäure nicht allein sein gebundnes Wasser ab, sondern wird so entmischt, dafs er in zwei Produkte zerfällt, in ölbildendes Kohlenwasserstoffgas und Wasser, welches letztere die Säure aufnimmt. Zuletzt wird die Säure selbst entmischt, schwefligsaures und kohlens. Gas werden erzeugt, eine schwarze kohlige Masse abgeschieden; der saure Rückstand dadurch verdickt bläht sich auf, und steigt leicht über. Zu Anfang erzeugt sich auch ein wenig Schwefeläther. Das schwefligs. und kohlens. Gas, die Weingeistdämpfe, welche mit übergehen, werden durch das Wasser der pneumatischen Wanne absorbirt.

Das ölbildende Kohlenwasserstoffgas ist farblos, von einem widrigen, stinkenden Geruch, specifisches Gewicht 0,9852 *Saussure*, nach der Berechnung 0,9804, es wiegen daher nach letzter Angabe 100 Kubikzoll 0,15539 Loth und 1 Kubikfufs 2,6862 Loth, das Lichtbrechungsvermögen 2,302, die relative Wärme 1,5763. Es ist brennbar, verbrennt mit einer sehr hellen, gelblich-weifsen Flamme, heller als Kerzenlicht, verzehrt dabei ein dreifaches Volum Sauerstoffgas und bildet 2 Volum kohlensaures Gas und Wasserdampf; mit Sauerstoffgas gemengt detonirt es heftig durchs Anzünden oder einen elektrischen Funken. Es besteht aus: 85,95 Kohlenst. und 14,05 Wasserst., oder aus 1 Vol. Kstdampf und 2 Vol. Wstgas, wird durch Glühhitze in seine Bestandtheile zerlegt, indem, wenn man es durch rothglühende Röhren treibt, sich Kohlenstoff absetzt, und Wasserstoffgas gleich dem zweifachen Volum des Gases frei wird; dasselbe geschieht auch durch elektrische Funken. Am Platinschwamm entzündet es sich bei 300°. Schwefel verbindet sich, wenn man

Wärme anwendet, mit dem Wasserstoff und scheidet den Kohlenstoff ab; Chlor vereint sich mit dem Gas zu einer ölartigen Flüssigkeit, die schwerer ist als Wasser; Wasser verschluckt 15^{0}_{0} von diesem Gas.

Das ölbildende Kohlenwasserstoffgas, gemengt mit Sumpfluft, Wasserstoffgas und andern Gasen und brennbaren Dämpfen, findet seine Hauptanwendung zur Beleuchtung, Gasbeleuchtung, Gaslicht, *éclairage par gas, Gas light. Becher* hatte bereits im letzten Drittheil des 17ten Jahrh. beobachtet, daſs Steinkohlen bei der Destillation Ther, Coaks und eine helle groſse Flamme liefern, *Murdoch* war aber 1792 der erste, dem es beifiel, das aus Steinkohlen, Torf und Holz durch Destillation sich entwickelnde brennbare Gas zu reinigen, und zur Beleuchtung fortzuleiten; 1798 stellte er den ersten Beleuchtungsapparat in London in der Maschinenbauanstalt von *Bolton* und *Watt* auf. *Lebon* in Paris, dem die Franzosen die Ehre der Erfindung der Gasbeleuchtung zuschreiben, konstruirte 1799 seine Thermolampe, einen Apparat, der gleichzeitig zur Gasbereitung und Heitzung der Zimmer diente, und beleuchtete durch aus Holz erzeugtes Gas 1801 sein Haus und seinen Garten.

Die Materialien, deren man sich zur Darstellung des Gaslichts bedient, waren anfangs nur Holz, Torf (vom Dartmoor in England), Steinkohlen, später wendeten die Gebrüder *Taylor* (und *Martineau*) Oel und Thran an. Man versuchte statt des geschlagnen Oels die ölgebenden Saamen, als Rübsaamen (in Amerika Baumwollensaamen), Oelkuchen anzuwenden, aber bald wurde dieses Verfahren verworfen, weil man dadurch viel kohlensaures, weniger ölbildendes Gas, auch Schwefelwasserstoffgas erhält, und die kohlige Masse öfters aus den Retorten mit Verlust an Gas herausgeschafft werden muſste, viel Brennmaterial verbraucht wurde. In der neusten Zeit hat man Ther, Pechöl (bei der Therschwelerei, den Holzverkohlungsöfen gewonnen), auch Harz, in Kienöl aufgelöst, angewendet.

Ueber *Murdoch* siehe G. A. Bd. 22. S. 51. Ueber *Lebon's* Thermolampe das. Bd. 10. S. 491. — Nicht allein aus vegetabilischen Materien kann Leuchtgas gewonnen werden, sondern auch durch zersetzende Destillation thierischer Substanzen, als Thran, Knochen, Horn etc., daher gewinnt man bei der Fabrikation des Hirschhornsalzes (siehe unten beim Ammoniak), der Thierkohle als Nebenprodukt auch Leuchtgas.

1) Darstellung des Leuchtgases aus Steinkohlen; Kohlengas, *Gas d' houille, Coal-Gas.*

Die zur Gasbereitung anwendbaren Steinkohlen gehören unter die Kategorie der Backkohlen (siehe im II. Band), welche vermöge ihres beträchtlichen Gehalts an Wasserstoff im Gegensatz des Sauerstoffs ganz dazu geeignet sind, viel Wasserstoff enthaltende Gase

zu liefern; sie dürfen keinen, oder nur sehr wenig Schwefel enthalten. Die sogenannte Cannelkohle liefert die gröfste Ausbeute an Gas, sodann die Kohlen von Newcastle, welche am meisten gebraucht werden; unsere schlesischen Kohlen sind hiezu wenig oder gar nicht geeignet. Die Kohlen werden in möglichst gleiche Stücke zerkleinert, in gufseisernen Gefäfsen, welche man Retorten nennt, der Wirkung des Feuers ausgesetzt. Die Retorten sind Röhren aus Gufseisen, vorn offen, hinten geschlossen, theils cylindrisch, theils elliptisch, auch in Form eines Parallelopipeds. Ihre Gröfse ist verschieden, meist sind sie 6 bis 7 Fufs lang, 10 bis 12 Zoll im lichten Durchmesser, 9 bis 12 Centner schwer; sie werden in zwei oder drei horizontalen Reihen abwechselnd über einander gelagert, und an 3 Punkten unterstützt, damit sie sich in der Hitze nicht krumm ziehen. Die elliptischen und parallelopipedischen verdienen darum den Vorzug, weil in ihnen die Kohlen mehr ausgebreitet liegen, und daher schneller zersetzt werden, wodurch der Prozefs der Destillation abgekürzt wird.

An jede Retorte ist vorn ein eisernes Mundstück angeschraubt, weil dieser hervorstehende Theil viel weniger durch die Hitze leidet, als die Retorte, also nicht gewechselt zu werden braucht; es wiegt ungefähr 2 Centner. Auf die Mündung desselben pafst ein schwerer Deckel, der mittelst eines am Mundstück befestigten Bügels und einer Schraube fest aufgedrückt werden kann. Die Ladung einer Retorte beträgt 1 bis 3 Scheffel, sie darf nämlich nur zur Hälfte gefüllt werden, weil sich die Steinkohlen in der Hitze aufblähen. Die Dauer der Retorten ist natürlich sehr verschieden, sie können im Durchschnitt 8 bis 9 Monat lang ausdauern.

Man hat auch sogenannte rotirende Retorten, *horizontal rotary retorts*, konstruirt, kreisrunde, niedrige Zersetzungsapparate, welche nur an einer Stelle erhitzt werden, eine beträchtliche Menge Steinkohlen fassen, welche der erhitzten Stelle nach und nach genähert werden, indem sie auf einer im Innern des Apparats befindlichen Scheibe liegen, welche horizontal umgedreht werden kann. Der dabei sich erzeugende Ther wird fast ganz zersetzt.

Während der steigenden Erhitzung der Retorten zersetzen sich die eingeschlofsnen Kohlen, es entweichen sowohl gasförmige, als dampfförmige Produkte, nämlich: Kohlenwasserstoffgas beiderlei Art, mehr Sumpfluft als ölbildendes, Wasserstoffgas, andere dampf- oder gasförmige Verbindungen von Kohlen- und Wasserstoff, (Naphthalin, Paraffin etc.), Schwefelwasserstoff-, kohlensaures, Kohlenoxyd-, Stickgas, Wasserdampf, Ther, (Brandöle, welche Brandharze aufgelöst enthalten), essigs., kohlens., hydrothions. Ammoniak. Um die luftförmigen Stoffe abzuleiten, dienen die aus den Retorten am vordern Ende senkrecht aufsteigenden Röhren, welche mittelst

Sattelröhren in eine horizontal gelagerte cylindrische **Vorlage**, *barillet, hydraulic main, h. condenser*, einmünden, (*dip-pipes*) und fast bis auf den Boden derselben herabreichen. Hierdurch wird bewirkt, daſs der in der Vorlage sich bereits befindende Ther und die ammoniakalische Flüssigkeit die Ausmündungen jener Röhren sperren; es muſs daher sämmtliches in die Vorlage geleitete Gas durch die Sperrflüssigkeit hindurch gehen, wodurch nicht allein die heiſsen Dämpfe kondensirt werden, sondern auch bezweckt wird, daſs im Fall einer etwanigen Entzündung des Gases in einer Retorte, dieselbe sich nicht in die übrigen verbreiten kann, was nothwendig stattfinden würde, wenn die Retorten durch die Vorlage frei mit einander in Verbindung stünden. Damit sich aber dieser als Vorlage dienende guſseiserne Cylinder nicht zu hoch mit Ther fülle, und das Gas weiter fortgeführt werde, dient ein Rohr, welches sowohl das Gas nach dem Kondensator, als auch den Ther und die ammoniakalische Flüssigkeit nach der Cisterne führt. Es tritt in die letztere ein, läſst durch ein senkrecht absteigendes Rohr die Flüssigkeiten in die Thercisterne, *tar cistern*, ein geräumiges, aus Holz oder Eisen gefertigtes, gehörig verschloſsnes, Gefäſs abflieſsen, und führt das Gas durch ein horizontales Rohr ab. In der Cisterne steht ein oben offner Cylinder, in welchen jenes senkrechte Rohr bis fast auf den Boden herabreicht, wodurch eine Flüssigkeitssäule zum Absperren des Gases erhalten wird, so daſs kein Gas in die Cisterne eintreten kann. In verschiednen Höhen angebrachte Hähne dienen zum Ablassen des Thers und der über ihm stehenden ammoniakalischen Flüssigkeit.

Aus der Cisterne wird das Gas nach dem **Kondensator**, *condenser*, geleitet, um durch umgebendes kaltes Wasser möglichst alle kondensirbaren Dämpfe, welche sich noch nicht niedergeschlagen haben, niederzuschlagen. Man hat verschiedne Einrichtungen der Art, z. B. eiserne Röhren, welche im Zickzack in einem mit Wasser gefüllten Kasten angebracht sind, oder vertikale mit einander verbundne Röhren. Es wird zu dem Ende ein viereckiger Kasten mit doppeltem Boden aus Eisenplatten zusammengefügt, der obere Boden hat eine bestimmte Anzahl Oeffnungen, auf welche Röhren aufgeschraubt sind, welche in parallele senkrechte Reihen geordnet, mit einander oben durch Verbindungsstücke in Zusammenhang stehen. Der zwischen beiden Boden bleibende Raum ist durch senkrechte Platten, welche vom obern Boden bis fast auf den untern herabsteigen, in kleine Zellen getheilt, in welche stets je zwei Röhren ausmünden, die aber nicht unmittelbar mit einander verbunden sind, sondern von denen die eine das Gas aus der vorstehenden Zelle zu-, die andere in die nächst folgende ableitet. Dadurch, daſs das Gas durch dieses Röhrensystem durchströmt,

Digitized by Google

welches von kaltem Wasser umspühlt ist, wird es hinlänglich abgekühlt, so daſs sich aller Therdampf in den Zellen zwischen beiden Boden absetzen kann. Es versteht sich, daſs die Sperrflüssigkeit stets in diesem Raum eine bestimmte Höhe behalten muſs, damit die untern Zugänge zu den Zellen gehörig abgesperrt seien, weil sonst das Gas aus einer Abtheilung in die andere überströmen könnte, und nicht durch die Röhren zöge. Das Kühlwasser wird allmälig warm, muſs also von oben abgelassen werden, während stets kaltes Wasser dem Boden des Kastens durch eine Lutte zugeführt wird.

Aus dem Kondensator geht das Gas durch ein Rohr in den Reinigungsapparat, *épurateur, laveur, purifier, lime machine.* Das Leuchtgas enthält nämlich auſser den Kohlenwasserstoffgasen noch kohlensaures Gas, welches nicht brennbar ist, und die Helligkeit vermindert, sodann Schwefelwasserstoffgas, welches durch sein Verbrennen schwefligs. Gas erzeugt; letzteres wirkt nachtheilig auf das Metall der Brenner. Um diese Gase zu entfernen, leitet man das Gas durch Kalkmilch, welche sowohl das kohlens. Gas, das Schwefelwasserstoffgas, als auch die durchs Abkühlen noch nicht völlig condensirten empyreumatischen Theile aufnimmt, wodurch sich eine Verbindung von Brandharz mit Kalk bildet.

Die Einrichtung dieses Apparats ist oft abgeändert worden. Man lieſs das Gas am Boden des cylindrischen, aus Eisen gefertigten, mit einer Rührvorrichtung versehenen Gefäſses eintreten, und durch die Flüssigkeit aufsteigen. Dies hatte aber zur Folge, daſs eine bedeutende Spannung des Gases in den Retorten und allen Theilen des Apparats erzeugt werden muſste, um den Druck jener Flüssigkeitssäule zu überwinden, wodurch Undichtheit, Erschwerung der Gasentbindung und schnellere Beschädigung der Retorten eintrat. Man läſst daher jetzt das Gas von oben in ein trichterartig erweitertes Rohr eintreten, welches 18 Zoll eintaucht, am untern Ende einen mit vielen kleinen Löchern durchbohrten Rand hat, durch welche das Gas aufströmt, während man durch stetes Umrühren des Kalkbreies dafür sorgt, daſs gehörige Erneuerung der Kalktheilchen, welche absorbiren können, stattfinde. Das Bewegen des Rührers geschieht theils mit der Hand, theils mittelst Elementarkraft. Meistens sind 2 Kalkmaschinen im Gang, so daſs das Gas zweimal durch Kalk gehen muſs. Die Kalkmilch wird aus einem Theil Kalk und 22 bis 24 Theilen Wasser dargestellt. Mit einer preuſs. Tonne gebr. Kalk können 60000 Kubikfuſs Gas, welches vorher durch den Kondensator gegangen ist, gereinigt werden, weit weniger, wenn es nicht durch letztern gegangen. — Ist das Gas durch den Kalk von Schwefelwasserstoffgas völlig befreit, so muſs es in einer Auflösung von essigs. Bleioxyd keine Schwarzfär-

Digitized by Google

färbung bedingen, ist es auch von Kohlensäure frei, so darf die Bleisolution keinen weiſsen Niederschlag absetzen.

D'Arcet empfahl die Anwendung einer archimedischen Schnecke *(Cagnardelle)* behufs der Reinigung des Gases. Das Reinigungsgefäſs ist durch eine am Deckel befestigte, bis in die Kalkflüssigkeit senkrecht herabreichende, Scheidewand in 2 Hälften getheilt, jedoch so, daſs dieselben unterhalb mit einander Zusammenhang haben; durch beide geht die Schnecke hindurch. So wie das Gas in der einen Hälfte über der Flüssigkeit eintritt, wird es von der Schnecke geschöpft und nach dem untern Ende derselben durch die Kalkflüssigkeit geführt, wo es dann austretend durch die Flüssigkeit der zweiten Hälfte aufsteigt, um von dort aus weiter geleitet zu werden. Man hat in England vorgeschlagen, statt Kalkbrei gepulverten gebrannten Kalk anzuwenden; er ballte sich aber schnell zusammen, und das Gas ging nicht gehörig hindurch. *Bérard* lehrte zu Staub gelöschten Kalk (Kalkhydrat) mit Moos gemengt in den Reinigungsapparat schütten, welcher zu dem Ende einen doppelten Boden haben muſs. Hierdurch erspart man das Umrühren, und nach seiner Behauptung auch an Kalk.

Aus dem Reinigungsapparat wird das Gas durch ein Rohr in den Gasbehälter, Gasometer, *Gazomètre, Gasholder,* geleitet. Die gewöhnlichen Gasometer sind aus Eisenblech luftdicht zusammengefügte, theils runde, theils quadratische Kästen, unten offen, in groſse, etwas weitere und tiefere Wasserbehälter eintauchend. Diese sind entweder aus Holz gefertigt, mit starken eisernen Reifen umgeben, oder aus Eisenplatten zusammengefügt, *tank*, oder es sind wasserdichte Cisternen; die erstern Einrichtungen haben den Vorzug, daſs man von allen Seiten zukommen kann, und namentlich ein Leeken sehr bald entdeckt. Das Gasometer hat theils ein Gegengewicht, theils nicht, im erstern Fall hängt der eiserne Kasten an einer starken Kette, welche über eiserne Rollen geleitet, durch ein Gegengewicht beschwert wird; dasselbe kann durch Auflegen schwerer Platten vermehrt oder vermindert werden. Das Gegengewicht dient das Gewicht des schweren Kastens auszugleichen. Eine durchs Wasser des Behälters senkrecht aufsteigende Röhre, welche nothwendig über den Wasserstand hervorragt, führt das Gas zu; durch eine ähnliche Röhre wird das Gas abgeleitet. Die Gröſse der Gasometer ist sehr verschieden, man hat sie von 10 bis 30 ja 50000 Kubikfuſs Inhalt. Aus der Höhe, bis zu welcher der Gasometerkasten sich über den Wasserspiegel erhebt, beurtheilt man die Menge des in ihm angesammelten Gases. Man stellt die Gasometer theils im Freien auf, was aber in Rücksicht auf Sturm, Regen und Kälte bei uns nicht wohl thunlich ist, oder unter Dach in eignen zu dem Ende errichteten Gebäuden. Gegen das Einfrieren schützt man das Wasser in denselben durch siedenden Dampf, den man durch Röhren rings um den Kasten strömen läſst. — Im Ga-

someter nimmt das Gas Wasserdampf auf, wodurch es sich in kalten Wintern ereignet, daſs sich die engern, auf den Straſsen der Einwirkung der Kälte unmittelbar ausgesetzten Röhren durch Eiskrystalle verstopfen. Daher ist es in unserm Klima erforderlich, das Gas vor dem Eintritt in die Leitungsröhren von dem Ueberschuſs an Wasserdampf zu befreien; man leitet es daher durch ein System koncentrischer Röhren, die der Kälte ausgesetzt sind, man läſst es durch den Zwischenraum beider in einander geschobner Röhren strömen, wo sich das Wasser in feinen Eisnadeln abscheidet, die leicht abgestoſsen werden können.

Man hat auch drehbare Gasometer, *revolving gas-holder*, welche eine weit zusammengesetztere Einrichtung haben, und in den besondern Schriften über Beleuchtung mit Gaslicht nachgesehen werden müssen; ferner zusammenfallende Gasometer, *collapsing g. h.*; Gasometer aus einzelnen in einander schiebbaren Stücken bestehend, wie das Rohr eines Taschenteleskops, *Gazomètre à lunette*. — Ueber Gasometer: *Déodor* et *Baradelle* in D. p. J. Bd. 21. S. 205. — *Nicholson* u. *Coles* das. Bd. 28. S. 270. — *Lafrance* Gas. à lunette, A. d. l'i. franc. T. 2. p. 28. — *Tait* in D. p. J. Bd. 15. S. 54. Bd. 30. S. 191. — *Caslon* das. Bd. 14. S. 15.

Zum ruhigen, steten, gleichförmigen Brennen der Gaslichter ist es unumgänglich nothwendig, daſs das Gas, welches aus dem Gasbehälter nach dem Ort der Bestimmung hingeleitet wird, stets in gleicher Menge und mit gleicher Geschwindigkeit ausströme. Um dies zu bewirken, ist eine stets gleiche hydrostatische Druckhöhe im Gasometer erforderlich, welche nur unvollkommen und mit Schwierigkeit durch Regulirung der Gegengewichte erreicht werden kann; denn je tiefer das Gasometer ins Wasser eintaucht, desto leichter wird es, und drückt folglich desto weniger. Man hat zu diesem Ende einen eignen Gasregulator, *Governor, Regulator*, konstruirt, einen kleinen Gasbehälter, durch welchen alles Gas aus den Gasometern durchpassiren muſs, um aus der Anstalt nach den zu beleuchtenden Orten geführt zu werden. (Denselben Zweck erreicht man auch wohl noch auf eine andere Weise.)

Um die Quantität des zum Verbrauch aus der Anstalt zu sendenden Gases zu reguliren, dient ein genau konstruirter Hahn in der Hauptableitungsröhre, welcher mittelst eines Räderwerks und Schlüssels gedreht wird, so daſs verschiedne Gasmengen hindurchgelassen werden können. Mit dem Hahn ist ein Zeiger in Verbindung gesetzt, welcher an einem Zifferblatt die Kubikfuſse Gas anzeigt, welche in der Minute, bei einer bekannten Druckhöhe, durchströmen. Will man sämmtliches in der Gasanstalt dargestelltes, oder das in einem groſsen Gebäude von dem Gaswerk erhaltne Gas messen, um es nach Kubikfuſs nicht nach der Zahl der Flammen zu bezahlen, so bedient man sich dazu eigner Gasmesser, *Gasmeter*, deren Beschreibung weiter unten Seite 136 geliefert werden wird.

Um das Gas aus dem Gaswerk nach den Orten, welche dadurch beleuchtet werden sollen, hinzuleiten, dienen gröſsere, weitere Röhren, *tuyaux de conduite, street-mains*, welche, von verschiednem Durchmesser aus Guſseisen gefertigt, unter der Erde liegen, und engere Nebenröhren, *tuyaux de distribution, service-pipes*, welche das Gas aus jenen in die Häuser führen, und sich nach den einzelnen Gaslampen verzweigen. Die Hauptröhren müssen nach Maſsgabe der Zahl von Flammen, welche aus ihnen Gas empfangen sollen, und der Entfernung der entlegensten, eine bestimmte verschiedne Weite haben (2 bis 10 Zoll); sie müssen luftdicht sein, man probirt sie theils mit Wasser gefüllt mittelst einer Druckpumpe, theils, was noch sicherer ist, mit einer Kompressionspumpe für Luft, und beobachtet, indem man sie in Wasser legt, ob und wo Luftbläschen an der Röhre zum Vorschein kommen; der hiezu nöthige Druck beträgt mehrere Atmosphären. Die Röhren werden 2 bis 2½ Fuſs tief unter das Straſsenpflaster möglichst geradlinig gelegt, mit einander theils durchs Zusammenschrauben, theils häufiger dadurch verbunden, daſs die eine Röhre in einen weiten Ansatz am einen Ende der andern hineingeschoben wird, *socket-pipe*, während man den Zwischenraum mit Blei vergieſst, oder mit Kitt, römischen Cement, ausfüllt. Aus diesen Hauptröhren, welche in breiten Straſsen zu beiden Seiten hinlaufen, verzweigen sich die Nebenröhren; diese sind theils aus Stabeisen zusammengeschweiſst, theils aus Kupfer und gelöthet, theils aus Blei mit einem Zusatz von Zinn gegossen und über den Dorn gezogen. Zunächst an der Hauptröhre wendet man eine eiserne Röhre an, in diese fügt man für Straſsenlaternen eine kupferne ein, welche sich nach der Laterne von der Wand abbiegt; bei Beleuchtung in Häusern fügt man in die eisernen bleierne Röhren, welche längs den Wänden hingeleitet werden, um zu den Brennern zu gelangen.

Die Brenner, *becs, gas burners,* sind verschieden, je nachdem man nach Art eines brennenden Lichts blos einen Gasstrahl, *jet*, bilden, oder ob man, die Flamme *Argand*'scher Lampen nachahmend, eine hohle, kreisrunde Gasflamme erzeugen will. Bei Straſsenlaternen bedient man sich der einzelnen Strahlen, man schraubt auf die Ausmündung der Röhre einen kugelförmigen Ansatz aus Messing oder Stahl, welcher eine feine Durchbohrung hat. Will man 3, 5 Strahlen neben einander erzeugen, *cockspur burner,* Hahnenspornflamme, siehe Fig. 7. Tafel III., so werden so viele Löcher in gewissen Abständen, in einer gegen einander geneigten Richtung, eingebohrt, daſs die einzelnen Strahlen nicht zusammenflieſsen; will man dieses bewerkstelligen, um eine fächerförmige Flamme, *bat's wing*, Fledermausflügel, Fig. 8. zu erzeugen, so werden

Digitized by Google

die Löcher etwas näher an einander gebohrt und durch einen feinen Einschnitt in die Kugeloberfläche mit einander verbunden.

Die Brenner einer *Argand*'schen Gasflamme sind also eingerichtet: das Gas tritt in einen durch zwei koncentrische Metallcylinder gebildeten hohlen Raum ein, welcher mit einer stählernen Deckplatte verschlossen ist, in welche eine gewisse Zahl feiner Oeffnungen (12,16 von $\frac{1}{32}$ engl. Zoll Durchmesser) im Kreis gebohrt sind, (siehe Fig. 9. in der Oberansicht, Fig. 10. im Längendurchschnitt). Indem nun das Gas durch dieselben strömt, hat die Luft zum Innern des brennenden hohlen Gascylinders Zutritt, indem sie durch den innern Cylinder durchströmt, wie bereits vorn Seite 87 angegeben und erklärt worden ist. Unter jedem Brenner muſs nothwendig ein Sperrhahn sich befinden, um die Flamme auslöschen und jedes unnütze Ausströmen von Gas verhindern zu können. Nach einer polizeilichen Verordnung in Berlin müssen die Hähne so gearbeitet werden, daſs sie nur um $\frac{1}{4}$ Kreis gedreht werden können, d. h. entweder auf oder zu, damit, wenn man zudreht, nicht aus Versehen der Hahn mehr als um $\frac{1}{4}$ Kreis gewendet werde, und dadurch das Gas wieder ausströme. Die Art und Weise, die Gaslichter und Lampen aufzustellen, ist mannichfaltig; theils sind es auf Tischen aufgestellte *Argand*'sche Lampen, zu denen das Gas durch eine senkrecht vom Fuſsboden aufsteigende Röhre gelangt, theils sind es von der Decke herabhängende Röhren, ***Pendants***, (sogar in allen Richtungen beweglich, indem sie mit einem Kugelcharnier am obern Ende versehen sind), theils an der Wand befestigte Röhren, welche aus einzelnen luftdicht mit einander verbundnen, beweglichen Röhrenstücken bestehen, so daſs man die Flamme an verschiedne Punkte hinleiten kann, wie Fig. 11. zeigt.

Soll das Gas, welches in dem Gasometer enthalten ist, durch Röhren ausströmen, so muſs dasselbe unter einen Druck gesetzt werden, der gröſser ist, als der der Atmosphäre. Dieser Druck ist, je nach der Entfernung und Zahl der zu speisenden Lampen, der Menge des Gases, welches verbraucht wird, der Länge der Röhrenstrecke verschieden, 2 bis 3½ Zoll Wasserhöhe.

Die Menge des Gases, die Qualität desselben, hängt von verschiednen Verhältnissen ab: erstlich von der Beschaffenheit und Güte der Kohlen, zweitens von der Temperatur bei der Zersetzung. Nach *Accum* giebt ein Chaldron Steinkohlen (nahe 6 preuſs. Tonnen, oder 24 Scheffel) an Gas höchstens:

Schottische Cannel-coal	19890	engl. Kubikfuſs
Lancashire Wiggan-coal	19608	- -
Yorkshire Cannel-coal	18860	- -

Digitized by Google

Newcastle coal 1ste Qualität	 16920	engl.	Kubikfuſs
12te	- 8348	-	-
Staffordshire coal 1ste Qualität	 10866	-	-
4te	- 9748	-	-

Die Gasmenge, welche bei der Destillation aus den Kohlen entwickelt wird, ist, je länger der Prozeſs andauert, desto geringer. Nach *Peckston* giebt 1 Chaldron Newcastle Kohlen (Bewicke and Crastor's Wallsend coal) in 18 Retorten vertheilt,

in der 1sten Stunde	2000	engl.	Kubikfuſs
2	1495	-	-
3	1387	-	-
4	1279	-	-
5	1189	-	-
6	991	-	-
7	884	-	-
8	775	-	-
In 8 Stunden	10000	engl.	Kubikfuſs.

Soll aber dieselbe Ladung in 6 Stunden abdestillirt werden, so gewinnt man nur 8300 Kubikfuſs, weshalb eine Verminderung der Ladung unter solchen Umständen nothwendig wird. Nach *Peckston* wurde zur Entwickelung des Gases aus den oben genannten Steinkohlen in 8 Arbeitsstunden gegen $\frac{1}{4}$ des Volums geringerer Kohlen (Hartley's coal) verbrannt, während bei 6stündiger Befeuerung der Kohlenaufgang über 40$\frac{0}{0}$ betrug. Als man elliptische Retorten bei 4stündiger Befeuerung versuchte, so gewann man von denselben Kohlen, bei einem Aufgang von nahe 30$\frac{0}{0}$ zum Heitzen, 14000 Kubikfuſs aus dem Chaldron.

Die zur Zersetzung der Steinkohlen angemessenste Temperatur ist die Kirschrothglühhitze. Ist die Temperatur zu niedrig, so verflüchtigt sich viel brenzliches Oel, ohne sich zu zersetzen, man erhält zu wenig ölbildendes Gas, viel Theer; ist die Hitze zu groſs, so vermindert sich die Menge des ölbildenden Gases, es setzt sich Kohlenstoff ab, wodurch gewöhnliches Kohlenwasserstoffgas und bedeutend viel Wasserstoffgas entstehen. Ueberhaupt steht der Gehalt an ölbildendem Gas in dem producirten Gas mit der Dauer des Destillationsprozesses im umgekehrten Verhältniſs; wenn z. B. bei Cannelkohle anfangs 18$\frac{0}{0}$ ölbild. Gas erzeugt werden, so giebt es gegen das Ende nur 4$\frac{0}{0}$; bei gewöhnlichen Kohlen anfangs 10$\frac{0}{0}$, zuletzt 0$\frac{0}{0}$. Das specifische Gewicht des Kohlengases muſs nothwendig auch variabel sein, es wird im Durchschnitt zu 0,5 von *Henry* fürs bessere angegeben, für gut gereinigtes 0,676; *Prechtl* giebt 0,6 an.

Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der verschiednen Mischung des Kohlengases, je nachdem es zu Anfang oder zu Ende der Entwickelung aufgefangen wird.

Digitized by Google

No.	Dichtigkeit.	100 Volum Kohlengas aus Cannelkohle							
		Verzehren Sauerstoff.	Erzeugen Kohlensäure.	enthalten:					
				Durch Chlor absorb. Gas.	Kohlenwasserstoffgas.	Kohlenoxydgas.	Wasserstoffgas.	Stickgas.
1	0,650	217	128	13	82,5	3,2	0	1,3
2	0,620	149	106	12	72	1,9	8,8	5,3
3	0,630	196	108	12	58	12,3	16	1,7
4	0,500	166	93	7	56	11	21,3	4,7
5	0,345	78	30	0	20	10	60	10

Die Proben No. 1 bis 3 wurden in den ersten Stunden entnommen; Probe 4, 5 Stunden, Probe 5, 10 Stunden nach dem Anfang der Destillation.

Man prüft das Gas auf einen Gehalt an ölbildendem Kohlenwasserstoffgas, dafs man ein abgemefsnes Volum über Wasser sperrt, und $\frac{1}{2}$ Volum Chlorgas hinzubringt, das Gemeng vor der Einwirkung des Lichts geschützt 1 bis 2 Stunden lang hinstellt. Die beobachtete Verminderung des Volums, herrührend von der Kondensation jenes Gases durch Chlor, giebt die Menge des erstern in dem abgemefsnen Volum an, indem sich dasselbe mit Chlor zu gleichem Volum vereinigt.

An Nebenprodukten werden von 1 Chaldron Newcastle Kohlen gewonnen:

1) $1\frac{1}{5}$ bis $1\frac{1}{3}$ Chaldron Coaks; 2) $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Centner Ther, *coaltar,* welcher an 26$\frac{0}{0}$ flüchtiges Oel, Theröl, *coal oil, spirit of tar,* liefert, und durchs Abdampfen 46 bis 48$\frac{0}{0}$ Pech, oder aufs Pfund 9 Kubikfufs, nach *Accum* sogar 15 Kubikfufs Gas erzeugen kann; 3) 15 bis 18 Gallons = 54 bis 65 preufs. Quart ammoniakalische Flüssigkeit, aus kohlen-, essig- und hydrothionsaurem Ammoniak gebildet.

Den Ther wendet man, wie den aus Kienholz geschwelten, zum Holzanstrich, Kalfatern, zum Bestreichen von Mauerwerk, als Radschmiere mit Fett gemischt etc. an, man destillirt ihn um Theröl, und dampft ihn ein um Pech zu gewinnen; man kann ihn auch zu Gas benutzen, oder als Brennmaterial, mit den kleinen Kohlen vermengt, in Kuchen geformt, unter den Gasretorten verbrennen, oder in einem dünnen Strahl mit Wasser versetzt in die brennenden Kohlen einströmen lassen *). Das Kohlentheröl dient theils zur Auflösung von Caoutchouc und der Bereitung von Firnifs, theils zum Brennen in Strafsenlaternen. Die ammoniakalische Flüssigkeit kann man zur Darstellung von Salmiak, Alaun u. a. Fabrikaten benutzen. Den Kalk aus dem Reinigungsapparat,

*) *Rutter* in D. p. J. Bd. 50. S. 77., 174., 253.

welcher kohlens. und hydrothions. Kalk, eine Verbindung des Kalks mit Brandharz und Brandöl enthält, benutzt man als Düngemittel auf nassen Wiesen und Feldern.

Es befinden sich in London 4 groſse Gaskompagnien und auſserdem noch mehrere kleinere. Die *Chartered Gas Compagny* hat 750 Retorten, etwa $\frac{1}{4}$ der in London vorhandnen, liefert für 42000 Brenner 820000 Kubikfuſs Gas. In London sind überhaupt 168000 Brenner, es werden dazu stündlich verbraucht 840000 Kf., also in 5 Stunden 4,200000 Kfuſs. Die unterirdische Röhrenstrecke miſst an 1000 engl. Meilen. — In Paris sind 3 Haupt-Gascompagnieen, welche 200 Retorten und 14 Gasometer besitzen, das gröſste zu 205000 Kubikfuſs Inhalt; Kohlenverbrauch 147500 Hectolitres und 279 Kubikmeter Kalk.

Das Berliner Gaswerk zählt 35 groſse, im Boden 22 Zoll, und 50 kleinere, im Boden 14 Zoll breite, $7\frac{1}{3}$ Fuſs lange Retorten, von denen erstere 3, letztere 2 Scheffel Kohlen fassen, erstere 22, letztere $13\frac{1}{2}$ Centner wiegen, 4 Gasometer, eins von 28, 3 von 30000 Kubikfuſs Inhalt, Gesammtinhalt 118000 Kubikf.; das Material, dessen man sich bedient, sind englische Steinkohlen; man arbeitet 8 und 6 Stunden lang, je nachdem viel oder wenig Gas bereitet werden soll. Die Ausbeute an Gas beträgt von 1 Tonne = 4 Scheffeln im Durchschnitt 1440 Kubikf. gewaschnes Gas, 5 Quart Ther; ammoniak. Flüssigkeit, von 1 bis 3° *B.*, wird etwa $\frac{1}{4}$ mehr gewonnen. 100 Tonnen Kohlen geben $116\frac{3}{4}$ T. Coaks. Die Länge der eisernen Leitungsröhren unter dem Straſsenpflaster beträgt über $12\frac{1}{2}$ preuſs. Meilen (25000 Ruthen); die Dichtigkeit des Gases über die der Atmosphäre, wenn alle Lichte brennen, ist 3 bis $3\frac{1}{4}$ Zoll Wassersäule in der Anstalt, aber an den entferntesten Orten der Leitung nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Zoll.

Am Ende des Jahrs 1833 waren eingerichtet:

3119 *Argand*'sche und Fledermausbrenner in Privathäusern,
1783 Straſsenflammen,
1611 Flammen aus Gasmessern.
6513 Flammen.

Der Gasverbrauch zu diesen Flammen in den längsten Winternächten betrug gegen 280000 Kubikfuſs Gas. Es werden auf jede Flamme stündlich $5\frac{1}{2}$ Kubikf. gerechnet.

Auf Tafel III. ist in Fig. 3. eine Zusammenstellung der einzelnen Theile des Berliner Gaswerks dargestellt, Fig. 4. die Vorderansicht des Retortenofens. Es liegen 7 Retorten in 3 Reihen in einer Feuerung; a, a die Retorten, welche auf dreien Punkten durch aufgemauerte Scheidewände b, b, b, die Lager aus feuerfestem Thon c, c tragen, unterstützt sind; d sind die Mundstücke der Retorten; e, e Oeffnungen, um die Farbe der glühenden Retorten zu beobachten, f, f Oeffnungen, um aus dem obern horizontalen Zug den Rus herausnehmen zu können. g die Gasröhren, h die Sattelröhren mit 3 Oeffnungen, um dieselben leicht reinigen zu können; i die Vorlage, k der guſseiserne Träger derselben, auf dem Retortenofen aufgestellt. l die Ableitungsröhre für das Gas und die niedergeschlagne Flüssigkeit. m die Thercisterne, n das Rohr,

welches das Gas nach dem Kondensator o, o, o leitet, einem Kasten aus Eisenplatten zusammengeschraubt, in welchem 100 Röhren p, p, von 2200 Quadratfuſs Abkühlungsfläche, vertikal aufgestellt sind. Das Wasser steht nicht bis oben herauf, sondern nur bis an einen falschen Boden q, q, durch welchen die Röhren hindurch gehen. Dieselben sind nicht mit Sattelröhren verbunden, sondern je 2 und 2 mit einer Stürze aus Eisenblech r, r überdeckt, welche leicht abgenommen, und die Röhren ohne Schwierigkeit gereinigt werden können. Durch diese Einrichtung muſs sich aber nothwendig in der obern Abtheilung des Kondensators, über dem obern falschen Boden q, q, Ther und ammoniakalische Flüssigkeit niederschlagen, welche ein Sperrmittel fürs Gas bildet, und durch die Röhre s in die Thereisterne geführt wird; t leitet das niedergeschlagne Flüssige aus dem untern Behälter, der in einzelne Zellen u, u, u getheilt ist, in eine andere Cisterne. v ist das Zufluſsrohr für kaltes, w für warm gewordnes Kondensationswasser; x ein Rohr, um beim Füllen des Kondensators mit Wasser die Luft abzuleiten.

Durch das Rohr y gelangt das Gas nach der Kalkmaschine z, und tritt, unter einem Druck von $1\frac{1}{2}$ Fuſs Flüssigkeitssäule, durch den Trichter a′ ein; (es sind 2 solcher Maschinen mit einander verbunden, aber nur eine ist gezeichnet). Jede Maschine faſst 141 Kubikfuſs Flüssigkeit, in welcher 3 Scheffel Kalk sich zertheilt befinden; (2 andere Maschinen sind in Reserve). Durch das Rohr b′ wird das Gas nach dem Gasometer geleitet, c′ ist eine mit einer Platte verschloſsne Oeffnung um das Rohr reinigen zu können, da Kalk unvermeidlich hineinspritzt und es verstopft; überhaupt muſs das Rohr b′ mehrere Fuſs aufsteigen, ehe es sich herabbiegt, damit nicht Kalkbrei mit herüber gerissen werde. d′ ist ein in die Erde eingerammtes eisernes Rohr, mit einem Hahn e′; es dient die sich absetzende Flüssigkeit aufzunehmen, welche durch das Rohr f′ von Zeit zu Zeit mittelst einer Pumpe ausgezogen wird; bei g′ geht das ins Gasometer führende Rohr ab. Durchs Wenden des Hahns e′ wird dem Gas der Rücktritt aus dem Gasometer in die Kalkmaschine verwehrt. Eine gleiche Einrichtung ist auch an dem Rohr h′ angebracht, welches das Gas aus dem Gasometer abführt. Der Gasometerdeckel i′ ist durch 48 eiserne Strebebänder k′ k′ etc. mit der Seitenwand gehörig verbunden, um Verbiegungen zu vermeiden, indem der Quadratfuſs Eisenblech nur etwa 3 Pfund wiegt. Das Gasometer ist ohne Gegengewicht eingerichtet, weshalb nach und nach Gewichte auf den Deckel gelegt werden müssen, um das Gas, wenn es ausströmt, unter gleichem Druck zu erhalten. l′, l′, l′ der aus Stabholz gefertigte Wasserbehälter des Gasometers.

Gasmesser sind runde, blecherne Kästen a, a, a Fig. 5. und 6. Tafel III., in welchen sich ein eigen gestaltetes, hohles, aus 4 getrennten Fachen bestehendes, um eine Axe bewegliches Gefäſs b, b, b, b bewegen kann. Im Gefäſs und Kasten ist so viel Wasser oder Branntwein, wegen des möglichen Einfrierens des erstern, enthalten, daſs es über die Mitte reicht. Das Gas tritt durch die hohle Axe c in ein Fach des Gefäſses b ein, bewegt das Gefäſs von der rechten zur linken herum, bis die Oeffnung des Fachs an der äuſsern Peripherie bei d auſserhalb

Digitized by Google

des Wassers ist, worauf das Gas in den Zwischenraum zwischen dem Kasten nnd dem Gefäſs austreten und durch das Rohr e entweder nach dem Ort seiner Bestimmung geleitet werden kann, oder in einen Regulator eintritt, wie in Fig. 5. und 6. angedeutet ist. Das sich drehende Gefäſs bewegt durch eine Räderverbindnng verschiedne Zeiger an Zifferblättern, welche die verbrauchte Gasmenge nach Kubikfuſs angeben. Diese Angaben sollen erfahrungsmäſsig nicht ganz richtig sein. f, g, h, i Längendurchschnitt des äuſsern Kastens des Regulators, k, l, m, n Durchschnitt des darin enthaltnen Gasometers, o eine senkrechte Röhre, welche bis fast zum Deckel des Gasometers heranfreicht. Ueber der Axe derselben ist ein senkrechter Draht befestigt, welcher am untern Ende einen Kegel trägt, p die Röhre, durch welche das Gas nach dem Ort der Bestimmung geleitet wird. So wie viel Gas durch die Röhre e in das Gasometer einströmt, hebt sich dasselbe um den Drehpnnkt q (eine eiserne Axe siehe Fig. 6.), wodurch der Kegel sich hebt, und die Oeffnung der Röhre o schlieſst. r eine offne Röhre um der Luft einen Ausweg zu gestatten, wenn die Hebung des Gasometerkastens es erfordert.

Crosley's Regulator, D. p. J. Bd. 20. S. 157. Bd. 34. S. 28. — *Clegg*'s Gasmesser das. Bd. 3. S. 178. Bd. 41. S. 402. Repertory of Patent-invent. Vol. 15. p. 163.

2) Darstellung des Leuchtgases aus Oel; Oelgas, *Gas d'huile, oil gas.*

Die Mechaniker Gebrüder *Taylor* waren die ersten, welche 1815 einen solchen Apparat ausführten; er ist mit dem für Steinkohlen angewendeten in vieler Hinsicht analog, jedoch im Allgemeinen weit einfacher.

Tafel III. Fig. 1. stellt einen von *Hartley* in Liverpool erbauten Oelgasapparat dar und zwar in einem Längendurchschnitt und Hinteransicht, Fig. 2. im Querdurchschnitt. In jedem Ofen lagern 6 Retorten, a, a, von 6 Fuſs Länge, 10 Zoll Durchmesser, und zwar je 2 und 2 in einem gewölbten Raum b, b, in welchen die Flamme aus dem unter ihnen befindlichen Feuerraum c durch Oeffnungen d, d hineinschlägt, und durch die Züge e, e in das horizontale Rauchrohr f, welches mit Eisenplatten zugedeckt ist, geleitet wird. Angebrachte Schieber g, g dienen den Zug durch die Züge e zu reguliren. Auf dem Rauchrohr f sind an der Hinterseite des Ofens die Oelbehälter h aufgestellt, wodurch das Oel vorgewärmt, ist es ein Fett, dieses flüssig erhalten wird. Auf einem eisernen Träger stehen über diesen die gröſsern, verschloſsnen Behälter i, welche die untern speisen. Der ganze Ofen ist mit Eisenplatten verkleidet. k ein Rohr mit einem Hahn, durch welches das Oel, Fett, der Thran in die Retorte in einem dünnen Strahl einströmt. l ein Rohr, welches die Gase aus der Retorte ableitet; m ein ähnliches, welches das Gas zum Gasometer abführt.

Die Retorten werden mit klein geschlagnen Coaks, von der Gröſse eines Hühnereies, gefüllt, um für das hinein zu leitende

Oel eine gröſsere Oberfläche zu gewinnen, und dadurch die zersetzende Einwirkung der Hitze zu verstärken. Sind die Retorten gehörig rothglühend (600° C.), so läſst man das Oel, geschmolzne Fett, Thran, aus einem auf dem Rauchkanal befindlichen Behälter durch ein Rohr in einem dünnen Strahl einströmen, indem man durch einen Hahn den Zufluſs regulirt. Entweder sind je zwei und zwei Retorten am entgegengesetzten Ende mit einander verbunden, so daſs das Oel in Dampfform entmischt aus einer Retorte in die andere übertreten muſs, um aus der zweiten in das Ableitungsrohr zu gelangen, oder es tritt am entgegengesetzten Ende das gasförmige Produkt durch eine aufsteigende Röhre aus dem Zersetzungsraum. Um das etwa noch nicht völlig zersetzte dampfförmige Oel, die mit erzeugten flüchtigen Fettsäuren, welche das Gas begleiten, zu kondensiren, leitet man dasselbe in den Oelbehälter, so daſs es durch das Oel durchgehen muſs, ehe es zum Gasometer gelangt. Zu dem Ende ist der Oelbehälter luftdicht verschlossen. Man leitet auch wohl das luftförmige Produkt durch einen eignen Kühlapparat, ein im Zickzack gebognes, in einem mit Wasser gefüllten Gefäſs liegendes Rohr, von dessen tiefstem Punkt das kondensirte Oel durch eine Röhre nach dem Oelbehälter zurückgeführt wird. Aus dem Abkühler tritt das Gas in ein Gasometer. In der Liverpooler Anstalt waren für 24 Retorten 2 Gasometer von 42 Fuſs Durchmesser, 14 Fuſs Höhe.

Deville Oelgasapparat, J. d. p. I. Bd. 3. S. 423. — *Taylor's* Apparat im B. d. l. s. d'E. 1821. p. 208. D. p. J. Bd. 6. S. 294.

Man bedient sich des Rüb-, Hanföls, des Wallfischthrans, der schlechtesten Sorte Palmöl, Cocosnuſsöl u. s. f., deren Preis die Anwendung gestattet. Man berechnet aufs Kilogramme Saamenöl 830 Liter Gas = ungefähr 27 Kubikfuſs; gereinigtes Rüböl gab vom Pfund 32 Kubikfuſs. Nach englischen Angaben giebt ein Gallon, = $3\frac{30}{31}$ pr. Quart, 90 bis 105 englische Kubikfuſs Oelgas, = 82,37 bis 99,5 preuſs. Kubikfuſs; ein Gallon Palmöl 95 engl. Kubikf. Die Temperatur hat auf die Menge und Beschaffenheit gleichfalls groſsen Einfluſs; bei der Dunkelrothglühhitze entsteht dem Volum nach weniger Gas, 70 bis 80 engl. Kubikfuſs aus dem Gallon, aber reicher an ölbildendem Gas, dagegen bei einer lebhaften Rothglühhitze mehr, 100 bis 120 Kf., aber weniger reich an jenem Gas. Das specifische Gewicht wird angegeben im Mittel zu 0,76 bis 0,90, es kann bis 1,110 steigen.

Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der Dichtigkeit und chemischen Beschaffenheit des Oelgases.

No.	Dichtigkeit.	100 Volum Oelgas verzehren Sauerstoff.	geben Kohlensäure.	enthalten: durch Chlor absorb. Gas.	Kohlenwasserstoffgas.	Kohlenoxydgas.	Wasserstoffgas.	Stickgas.
1	0,464	116	61	6	28,2	14,1	45,1	6,6
2	0,590	178	100	19	32,4	12,2	32,4	4
3	0,758	220	130	22,5	50,3	15,5	7,7	4
4	0,906	260	158	38	46,5	9,5	3	3

No. 1 und 2 wurden bei lebhafter Rothglühhitze dargestellt; No. 3 bei einer möglichst niedrigen Temperatur; sämmtlich aus Oel. No. 4 von *Taylor* in London, aus Thran.

Es entsteht noch die Frage, ob es überhaupt vortheilhaft sei, aus Oel Gas zu bereiten, da man das Oel in Lampen brennen kann? Es wird aber vom Oel, wenn es in gut konstruirten Lampen ohne allen Verlust brennt, nicht die Helligkeit erzeugt, als wenn man dieselbe Oelmenge in Gas verwandelt verbrennt, obgleich bei der Gasbereitung, ungeachtet der gröſsten Sorgfalt, stets ein Verlust an Kohlenstoff unvermeidlich stattfindet. Nach *Clément* verhält sich die Helligkeit der Beleuchtung durch Oel und durch aus einer gleichen Menge Oel dargestelltes Gas = 100 : 133. Ferner kann man zur Gasbeleuchtung Oelsorten anwenden, welche ihres widrigen Geruchs wegen nie in Lampen gebrannt werden können, und im Preis wohlfeiler sind.

In Betreff der Beleuchtungsfähigkeit des Oelgases im Vergleich mit dem Kohlengas bei gleichem Volum muſs voraus die Bemerkung gemacht werden, daſs sie gar sehr von der relativen Mischung beider Arten Gas abhängt. Aus einer Reihe vieler Versuche, welche *Christison* und *Turner* hierüber anstellten, geht folgendes hervor.

Bei einem specif. Gewicht von Kohlengas	Oelgas	verhält sich das Leuchtvermögen Kohlengas		Oelgas
0,659	0,818	100	:	140
0,578	0,910	100	:	225
0,605	1,110	100	:	250
0,407	0,940	100	:	354
0,429	0,965	100	:	356

Vergleicht man das Leuchtvermögen von Oel in einer *Carcel*schen Lampe gebrannt mit dem des Oel- und Kohlengases, so ergiebt sich bei gleicher Helligkeit während einer Stunde ein

Verbrauch von Oel 42 Gramme = 2 Loth 3½ preuſs. Quentchen
von Kohlengas 106 bis 110 Liter = 3,55 pr. Kubikf. od. 6140 Kubikz.
von Oelgas 28 » 30 » = 1660 pr. Kubikzoll.

Nach *Accum* ist das Leuchtvermögen eines halben engl. Kubikfuſses Kohlengas aus Newcastle Kohlen gleich dem eines Talglichts 6 aufs Pfund, eine Stunde lang brennend, so daſs 15 Kubikfuſs Gas eben so lange ein gleich starkes Licht gewähren, als 6 Lichte, von denen ein jedes 5 Stunden brennt. Der Verbrauch an Gas für einen *Argand*'schen Brenner und Straſsenbrenner wird in Berlin zu $5\frac{1}{2}$ Kubikfuſs stündlich, mit Einschluſs des nicht zu vermeidenden Verlusts, geschätzt.

Die Höhe der Gasflammen muſs, bei der Erzeugung der möglichst gröſsten Helligkeit, in einem nothwendigen Verhältniſs zur Natur des Gases stehen. Aus dem oben Seite 79 über die Flamme im Allgemeinen Gesagten geht hervor: daſs die Helligkeit derselben vom Erglühen des Kohlenstoffs im Innern herrührt; verbrennt nun aber fast aller Kohlenstoff durch verhältniſsmäſsig im Uebermaſs zur Flamme geleiteten Sauerstoff der Luft, so wird die Helligkeit eben so gut sich vermindern, als wenn zu viel Gas ausströmt, so daſs der hinzutretende Sauerstoff der Luft nicht hinreicht, durchs Verbrennen einen solchen Hitzegrad zu erzeugen, um den unverbrannten Kohlenstoff in Weiſsglühzustand zu versetzen.

Christison und *Turner* haben in ihrer Abhandlung über das Verhältniſs der Flammenhöhe, der verzehrten Menge Gas, der Intensität des Lichts Versuche mitgetheilt, nach welchen für einfache Gasflammen, *jets*, die zweckmäſsigste Höhe bei Kohlengas 5 engl. Zoll, bei Oelgas 4 Zoll ist, dagegen bei *Argand*'schen Flammen für Kohlengas, bei 5 Oeffnungen im Brenner und einem specif. Gewicht von 0,605, zwischen 3 und 4 Zoll, für Oelgas bei einem specif. Gewicht von 0,91 und 15 Oeffnungen im Brenner, $2\frac{1}{2}$ Zoll. Macht man die Flamme des letztern höher, so fängt sie an zu rauchen. Die Gröſse der Oeffnungen im Ring für eine *Argand*'sche Flamme sowohl, als für einfache Strahlen, ist bei beiden Gasarten nicht gleich. Es gewähren, nach den Versuchen der beiden englischen Naturforscher, die gröſste Helligkeit

für einfache Strahlen	für *Argand*'sche Flammen
bei Kohlengas Oeffn. von $\frac{1}{28}$ engl. Zoll Durchm.	von Kg. 0,60 spec. G. 10 Oeffn. $\frac{1}{32}$ Z.
- Oelgas spec. Gewicht 0,944 $\frac{1}{45}$ engl. Zoll Durchm.	- Oelg. 0,90 - - 15 - $\frac{1}{50}$ -
	- dsgl. 0,68 $\frac{1}{40}$ -

Ebenso ist auch der Abstand der Oeffnungen von einander nicht gleichgültig, für Oelgas bei $\frac{1}{50}$ Zoll D. $\frac{12}{100}$ Zoll, für Kohlengas bei $\frac{1}{32}$ Zoll D. $\frac{16}{100}$ bis $\frac{18}{100}$ Zoll. Die zweckmäſsigste Höhe des Glascylinders für *Argand*'sche Flammen ist 6 Zoll. Die Glascylinder müssen eine ziemliche Weite haben, um den Zug nicht zu sehr zu vergröſsern. — *Christison* und *Turner* in D. p. J. Bd. 18. S. 119., 465.

Bourgouignon's rauchverzehrender Apparat steht hiermit im nächsten Zusammenhang, siehe Fig. 12. Es ist eine halbkugliche kleine

Glocke mit einem gekrümmten Rohr zum Ableiten des kondensirten Wassers, Rauchs; er vermindert, wird er über dem Glascylinder aufgestellt, den starken Luftzug, und gewährt dadurch, daſs er das zu heftige und vollständige Verbrennen mindert, wodurch zu viel Kohlenstoff verzehrt wird, nach Versuchen eine gröſsere Helligkeit im Verhältniſs von 100 : 176. Man kann mittelst desselben eine Ersparniſs an Gas von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ erreichen, abgesehen davon, daſs die Menge des erzeugten Wassers, der schwefligen Säure, der entwickelten Wärme geringer wird. Ein ganz gleiches Resultat erhielten *Taylor* und *Lowry*, als sie den Luftzutritt sowohl durch Verengerung der untern Luftöffnungen, als auch durch Verkürzung des Cylinders, Anwendung von Drahtgeweben auf die obere Oeffnung desselben, verminderten. *Taylor* und *Lowry* in D. p. J. Bd. 32. S. 417. — *Renaux*'s rauchverzehrender Apparat, das. Bd. 47. S. 414. Bd. 49. S. 31.

Man hat neuerdings versucht, das Gaslicht tragbar zu machen, *éclairage à gas portatif*, *portatif gas lamps*, d. h. man preſste sehr verdichtetes Gas in einen gehörig dichten Behälter von Kupfer, und lieſs es dann durch Brennmündungen ausströmen; *Gordon* lehrte zuerst zu diesem Zweck das Oelgas benutzen, weil dieses im Vergleich mit Kohlengas, um gleiche Helligkeit zu erzeugen, in einem 3mal kleinern Volum erforderlich ist. Das Gas wird mittelst einer Verdichtungspumpe in einem eignen gröſsern Verdichtungsgefäſs komprimirt; auf dasselbe schraubt man die einzelnen zu füllenden Gefäſse auf, und leitet dann, durchs Oeffnen der Hähne, das Gas hinein. Ein am groſsen Behälter angebrachter Druckmesser zeigt den Grad der Verdichtung an. Da sowohl der Behälter, als auch die einzelnen Gefäſse einen starken Druck von Innen aushalten müssen, so ist es durchaus erforderlich, daſs sie von gehöriger Metallstärke sind, und vorher mittelst einer Druckpumpe auf einen höhern Druck, als sie auszuhalten haben, probirt werden. Die Dichtigkeit des eingeschloſsnen Gases ist 15, 25, bis 30mal gröſser als die der Atmosphäre. Wäre daher 1 Kubikfuſs einfach dichtes Gas nöthig, um eine Flamme eine Stunde lang brennen zu lassen, so würde ein Raum von $\frac{1}{4}$ Kubikfuſs 32mal komprimirtes Gas hinreichen, die Flamme 8 Stunden lang zu unterhalten. Eine groſse Schwierigkeit ist aber, das Ausströmen des Gases so zu reguliren, daſs es Anfangs nicht zu mächtig, gegen das Ende nicht gar zu langsam hervordringt, und dadurch eine sehr ungleiche Flamme und Helligkeit giebt. Eine solche Einrichtung ist noch nicht vollkommen gelungen. Auſserdem ist stets Gefahr wegen des Zerberstens der Gasbehälter vorhanden und Fälle der Art sind leider nicht selten gewesen. — Tragbares Gas hat man sowohl bei Straſsenlaternen, als auch zum Erleuchten im Innern von Gebäuden angewendet; es ist das Angenehme dabei, daſs die groſsen, kostspieligen Röhrenleitungen erspart wer-

den, und man das Gas nach Belieben kaufen kann, ohne besondere bauliche Einrichtungen im Haus deshalb nöthig zu haben.

Gordon's tragbare Gaslampe, D. p. J. Bd. 12. S. 249. Bd. 19. S. 161.

3) Harzgas. Schon oben Seite 125 ist erwähnt worden, daſs man aus Ther, Pechöl, Theröl Gas darstellen kann. Nach *Accum* giebt ein Pfund dicker schwedischer Ther 7 Kubikfuſs Gas, nach *Schwarz* 100 Kubikzoll Pechöl 56 bis 60 Kubikfuſs Gas, welches $\frac{1}{4}$ seines Volums ölbildendes Gas enthält. Eben so kann aus rohem Fichtenharz oder Pech, in Kienöl aufgelöst, Gas bereitet werden. In Frankreich, neuerdings in England, hat man Harzgas im Groſsen dargestellt, und *Daniell* darauf ein Patent genommen. Das Kienöl dient das Harz aufzulösen und zu zertheilen, es wird fast gar nicht bei diesem Prozeſs zerstört, man gewinnt es in der Oelcisterne beinahe vollständig wieder. 100 Pfund Pech geben 1000 Kubikfuſs Gas, dessen Leuchtvermögen sich zu dem des Kohlengases verhält = 2,5 : 1; Schwefelwasserstoffgas, ammoniakalische Flüssigkeit bilden sich nicht bei diesem Prozeſs.

Daniell in D. p. J. Bd. 33. S. 41. — Gas aus Ther, D. p. J. Bd. 9. S. 264. Bd. 12. S. 252. — *Morey* in dem J. d. p. I. Bd. 2. S. 424. Bd. 5. S. 389. — *Schwarz* über Gas aus Theröl, D. p. J. Bd. 24. S. 277.

Das Gaslicht gewährt auſser dem, daſs es hell und besonders das Oelgas blendend hell brennt, und, wenn es gehörig gereinigt ist und vollständig verbrennt, nicht stinkt, den Vortheil einer gröſsern Feuersicherheit im Vergleich gegen Beleuchtung mit Lichten oder Lampen, indem es ohne Kohle abzusetzen, ohne Funken zu werfen, brennt und nicht braucht geputzt zu werden. So wie der Hahn zugedreht wird, (über die zweckmäſsige Einrichtung desselben siehe oben Seite 132), ist die Flamme vollkommen gelöscht, und da sie nicht tragbar ist, kann sie zu brennbaren Substanzen bei weitem nicht so leicht zukommen, als gewöhnliche Lichte und Oellampen. Es müssen aber auch alle Röhren luftdicht sein, denn sonst verbreitet sich das Gas bei verschloſsnen Hähnen in den Zimmern und erzeugt einen übeln Geruch. Sollte es sich durch Undichtheit der Röhren, Offenstehen von Hähnen in einem Zimmer in Menge angesammelt haben, so gehe man nicht mit Licht hinein, denn sonst entzündet es sich und wirkt wie die schlagenden Wetter (siehe oben Seite 121). Jedoch kann man durch den Geruch die geringste Beimengung von Gas bemerken.

Auſser zum Beleuchten hat man das Kohlengas auch noch angewendet: 1) zur Füllung von Luftbällen (*Green* in London); dann muſs es aber möglichst leicht sein. Es steht jedoch in dieser Beziehung dem Wasserstoffgas weit nach, ist aber auch weit wohlfeiler; 2) zum Sengen loser Baumwollengewebe (bei dich-

Digitized by Google

tern ist es nicht anwendbar); 3) zur Darstellung von Cämentstahl nach *M'Intosh*, *Vismara;* (vergl. Band I. 2. vom Stahl).

Literatur über Gaslicht: *Accum practical treatise on Gas-light. London* 1815. — *Accum description of the proceſs of manufacturing coal-gas. London* 1819. Uebersetzt von *Lampadius*, Weimar 1816—19. 2 Bände. — *Peckston theory and practice of gas-lighting. London* 1819. — *Tabor* vollständiges Handbuch der Gasbeleuchtungskunst. Frankf. a. M. 1822. 2 Bde. — *D. t. Tom. VII. p.* 399. Artikel *„Eclairage," Tom. II. p.* 465. *Tom. XI. p.* 465. — *Dingler*'s polyt. Journal enthält eine sehr reiche Literatur über die Gasbeleuchtung; siehe dieserhalb die Registerbände desselben, da eine specielle Angabe die Grenzen dieses Werks überschreiten würde.

Es ist bereits oben erwähnt worden, dafs *Faraday* vor einigen Jahren mehrere neue Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff entdeckt hat. Man gewinnt bei der Zusammendrückung des Oelgases, um es in tragbare Gaslampen zu füllen, von 1000 engl. Kubikfufs etwa 231 Kubikzoll einer ölartigen Substanz, welche theils farblos ist, theils grün beim reflektirten und gelb-braun beim durchgehenden Licht, specifisches Gewicht 0,821, wie Oelgas riecht, sehr flüchtig ist und sehr leicht kocht, beim Ausgiefsen wie Champagner braust, sich in Wasser nicht, aber in Alkohol, Aether, den Oelen auflöst sich leicht mit Schwefelsäure verbindet. Sie ist ein Gemeng von mehrern flüchtigen Oelen, die einander rücksichtlich der Brennbarkeit und Leuchtkraft sehr ähnlich sind, aber durch verschiedne Flüchtigkeit sich unterscheiden. *Faraday* hat deren 3 beschrieben.

1) Kohlenwasserstoff mit doppelt so viel Kohlenstoff, als im ölbildenden Gas, *Bicarburet of hydrogen*, (HC). Man erhält diese Substanz, wenn man das ölige Produkt bei 85° destillirt, und das Destillat bis — 18° abkühlt, in farblosen, durchsichtigen Krystallen. Sie schmelzen bei + 5,5, riechen wie Oelgas, zugleich etwas nach bittern Mandeln, specifisches Gewicht bei 15° 0,85, bei 0° 0,956; lösen sich nicht in Wasser, aber in Alkohol, Aether, den Oelen auf, verbrennen mit heller Flamme, vielem Rauch, setzen durch eine glühende Röhre getrieben Kohle ab, und werden zu Kohlenwasserstoffgas. Es wird diese Materie von Chlor, Salpetersäure zersetzt, welche sie roth färbt, sie verbindet sich mit Schwefelsäure ohne Zersetzung, welche Verbindung bei + 1° krystallisirt. Sie besteht aus: 92,45 Kohlenst. und 7,55 Wasserst., oder aus gleichem Volum Kstdampf und Wstgas.

2) (H_1C_2), die beim Erstarren der vorigen Materie übrig gebliebne Flüssigkeit wird durch Erkälten nicht fest, ihr specifisches Gewicht ist bei 15,6° 0,86, ihr Siedepunkt 85,5°; sie wird von concentrirter Schwefel-

säure stärker angegriffen, als die erstere, und besteht aus: 89,09 Kohlenst. und 10,91 Wasserst., oder aus 2 Vol. Kstdampf und 3 Vol. Wstgas.

3) (H_4C_2) Wenn man das Oel aus dem comprimirten Oelgas bis 37° erwärmt, die Vorlage sehr kalt hält, so gewinnt man eine dritte Flüssigkeit, welche unter 0° kocht, specifisches Gewicht bei 12° 0,627, die leichteste aller bekannten Flüssigkeiten; der Dampf derselben wird von Wasser wenig, von Alkohol, den Oelen, besonders von concentrirter Schwefelsäure absorbirt. Die Zusammensetzung ist dieselbe wie die des ölbildenden Gases, nur in einem doppelt verdichteten Zustand.

Aus dem Mitgetheilten läſst sich ableiten, daſs diese 3 Substanzen, welche im nicht verdichteten Oelgas vorhanden sind, zur Leuchtkraft desselben sehr viel beitragen. Bringt man gewöhnliches Kohlenwasserstoffgas, welches mit einer matten, gelblichen Flamme brennt, mit dem Oel aus komprimirtem Oelgas in Berührung, so brennt es mit einer leuchtenden Flamme; deshalb empfiehlt auch *Lowe* das Kohlengas mit Steinöl, Steinkohlentheröl in Berührung zu bringen, damit es sich mit dem Dampf des letztern schwängere und dann heller leuchte. Es wird daher nothwendig, um die Leuchtkraft des Leuchtgases beurtheilen zu können, den relativen Gehalt desselben an diesen ölartigen Substanzen zu bestimmen. *Faraday* schlug dazu Schwefelsäure vor, er nahm 6$\frac{0}{0}$ des Volums jener Gasarten, sperrte das Gas mit der Säure über Quecksilber, und beobachtete die Absorption. So fand er in gewöhnlichem Oelgas gegen 22$\frac{0}{0}$, im komprimirten Oelgas gegen 18$\frac{0}{0}$, im Kohlengas 3,25$\frac{0}{0}$ an kondensirbaren ölartigen Substanzen.

Faraday in P. A. Bd. 5. S. 303. — *Lowe* in D. p. J. Bd. 45. S. 251. Bd. 49. S. 424.

Viertes Kapitel.

Vom Schwefel.

Schwefel, *Soufre*, *Sulphur*, *brimstone*, (S) kommt in der Natur sehr häufig vor, in allen 3 Naturreichen, jedoch am vorzüglichsten im Mineralreich, sowohl für sich, als mit Metallen verbunden, (Kiese, Blenden).

Der Schwefel findet sich sowohl krystallisirt, in Rhombenoktaëdern, als auch in krystallinischen Massen, eingesprengt, als Ueberzug; Bruch muschlig ins Grob- und Feinkörnige übergehend; glänzend bis starkglänzend, von Fettglanz; schwefelgelb ins Rothe (dann enthält er Arsenik, Selen) und Grüne hinneigend; durchsichtig, doppelte Strahlenbrechung, auch nur an den Kanten durchscheinend; specif. Gewicht 2,0 bis 2,1. Er findet sich auf Quarz-

Quarzlagern im Glimmerschiefer (im Schwefelberg Ticsan bei Quito); Uebergangskalkstein; sehr häufig im ältern und neuern, zumal Steinsalz führenden, Gyps, Mergel, Thon, (die Thäler von Noto und Mazzara, an den Ufern des Salso in Sicilien, im Kirchenstaat, Oberitalien, Spanien, Krakau, Lauenstein im Hannöverschen); im Schuttland; im Trachyt (in der Auvergne, Quito). In der Nähe der Vulkane, aus den stets aufsteigenden Schwefeldämpfen krystallisirt, Solfatara am Vesuv, bei Puzzuoli im Neapolitanischen, auf den liparischen Inseln, Sicilien am Aetna, Island, Teneriffa, Guadeloupe, Java, Bourbon. Der Vulkan Puracé in Südamerika überzieht seine nächsten Umgebungen mit dicken Schwefelkrusten. — Endlich setzen auch die Schwefelquellen Schwefelschlamm ab, mitunter als einen festen Ueberzug.

Geschwefelte Metalle sind sehr häufig, unter ihnen ist das höchst geschwefelte Eisen, der Schwefelkies, das aller gewöhnlichste, welches auch auf Schwefel verhüttet wird; es kommen übrigens Schwefelkupfer (Kupferglanz), mit Schwefeleisen verbunden (Kupferkies, Buntkupfererz), Schwefelblei (Bleiglanz), Schwefelzink, (Blende), Schwefelspiefsglanz (Grau-Spiefsglanzerz) und Schwefelquecksilber (Zinnober) nicht selten vor. Viele Pflanzen enthalten Schwefel, namentlich Senf, Knoblauch, Zwiebeln; auch in verschiednen thierischen Substanzen, namentlich den Eiern, findet er sich, und bedingt beim Faulen den Gestank und das Anlaufen silberner Geschirre.

1) Gewinnung des Schwefels durch Läuterung des natürlichen.

Um den Schwefel von den steinigen und erdigen Substanzen zu reinigen, unterwirft man denselben einem Schmelz- und Destillationsprozefs. Im Neapolitanischen bedient man sich zu dem Ende eines Galeerenofens mit 10 Tiegeln, welche gegen 3 Fufs hoch sind, mit Schwefelstücken gefüllt und zugedeckt werden. An der Mündung der Tiegel ist seitwärts eine irdne Röhre eingefügt, welche nach einer etwas tiefer liegenden, oben verschlofsnen unten offnen irdnen Vorlage führt, welche über einem Gefäfs voll Wasser steht. So wie nun der Schwefel sich verflüchtigt, kondensirt er sich in der Vorlage, und tropft in das Wasser, wo er erstarrt; man nennt denselben Rohschwefel, *Soufre brut*, er enthält noch gegen $\frac{1}{12}$ erdige Theile, die bei dem Aufblähen und Verdampfen mit fortgerissen wurden. Man reinigt den Rohschwefel durchs Umschmelzen in einem bedeckten gufseisernen Kessel, läfst die erdigen Theile sich ruhig absetzen, schöpft ihn ab und giefst den geklärten Schwefel in angefeuchtete hölzerne Formen, Stangenschwefel, *Soufre à canon, Roll-sulphur.*

In Frankreich bedient man sich zur Reinigung des Schwefels seit etwa 30 Jahren einer Vorrichtung, welche auch zur Darstellung

der Schwefelblumen benutzt werden kann; sie wurde von *Michel* in Marseille erbaut. Nach den neuesten Einrichtungen ist dieses Raffinirverfahren folgendes.

Man bedient sich guſseiserner Retorten (siehe Tafel IV. Fig. 1.), in welchen man den Schwefel schmelzt und in Dämpfe verwandelt, um sie in eine Kondensationskammer zu leiten. Die Retorten bestehen aus Kesseln von 0,86 Meter äuſsern Durchmesser, 0,56 Tiefe, 0,12 Metallstärke im Boden, 700 Kilogr. Gewicht, sie fassen 400 Kil. Schwefel (an 8 Centner) und werden ringsum von der Flamme umspült; der Rost ist 0,2 M. unter dem Kesselboden. Statt der gemauerten Gewölbe, welche früher die Kessel mit der Kammer verbanden, sind eiserne Helme mit Röhren aufgesetzt; der Zwischenraum zwischen diesen und dem Gewölbe ist mit Sand erfüllt. Vorn im Helm ist die Oeffnung zum Besetzen der Kessel angebracht, welche mit einer eisernen Thür verschlossen ist. Die Kammer ist 6,85 M. lang, 3,80 breit, 4,00 hoch, die Umfassungswände 0,80 dick, an beiden Giebeln sind Klappen von 0,25 M. ins Geviert angebracht, über denselben Schornsteine in die Höhe geführt; die Schnüre zum Oeffnen der Klappen gehen nach dem Ofen herab. Die Eingangsthür zur Kammer ist mit einer eisernen Platte verschlossen; in der den Retorten gegenüber liegenden Wand sind 2 Oeffnungen ganz nahe der Sohle, um den Schwefel abzuziehen. Jede von den zwei Retorten wird mit 380 Kilogr. ($7\frac{1}{2}$ Centner) Schwefel besetzt, aber nur eine auf einmal angefeuert, anfangs gelind, damit der Schwefelschaum nicht übersteige, sodann wenn der S. Dämpfe zu bilden beginnt, stärker. 1 Stunde nach dem Anfeuern beginnt das Uebergehen des S. und in 6 Stunden ist die Operation beendet; 3 Stunden nach dem Anfeuern der ersten Retorte beginnt die Anheitzung der zweiten.

Wenn nach einer Unterbrechung zum erstenmal angeheitzt wird, so ist die Operation, wegen eintretender Explosionen gefährlich; die im Apparat vorhandne atmosphärische Luft kann nämlich eine Entzündung der Schwefeldämpfe bewirken; deshalb müssen die Klappen alle 10 Minuten geöffnet werden, wogegen dieselben beim Besetzen der Retorten geschlossen bleiben müssen. Da hiebei eine bedeutende Ausströmung von schwefligsaurem Gas stattfindet, so müssen über den Retorten im Dach eigne Abzüge angebracht werden. — Man schmelzt die ganze Woche hindurch und ladet in 24 Stunden 4 mal; erst am dritten Tag erhält die Kammer eine Temperatur, bei welcher der S. flüssig bleibt, am sechsten ist sie dagegen 140 bis 150°, wobei der S. dunkel gefärbt wird, deshalb läſst man dieselbe am 7ten Tag sich abkühlen; die beste Temperatur ist 115 bis 125°. Soll der flüssige und auf dem Boden der Kammer angesammelte Schwefel abgestochen und in Formen gefüllt werden, so geschieht dies also: am Boden derselben sind 2

Oeffnungen in der Mauer, welche mittelst gufseiserner Platten mit angegofsnem Rohr geschlossen sind; in dem Rohr steckt ein eiserner Stöpsel, der durch einen langen Stiel bewegt werden kann, den eine Feder niederdrückt. Soll der Schwefel abgestochen werden, so wird der Stöpsel hineingestofsen, worauf erster durch eine eiserne Rinne, welche über glühenden Kohlen liegt, abfliefst. Die Stangenformen sind aus Kienholz etwas konisch gebohrt, mit hineinpassenden hölzernen Stäben, mittelst welcher dann die erkalteten Schwefelstangen herausgeschoben werden. Die Formen werden, um das Anbrennen zu verhüten, mit einer dünnen Schicht S. (*chemise*) überzogen; das Ablassen des S. geschieht am siebenten Tag.

Schwefelblumen, *Fleurs de Soufre, Flowers of Sulphur, sublimed sulphur*, werden dagegen gewonnen, wenn man nach je 3 bis 4 Ladungen die Kammer öffnet und dadurch abkühlt. Man kehrt sie von den Wänden der Kammer ab, und unterwirft sie einer Reinigung mittelst Wasser, (siehe unten.) Beim Destilliren des S. bleibt ein grauschwarzer Rückstand, welcher noch ein wenig S. enthält, Schwefelschlacke, *crasse de soufre*, die eisernen Kessel verschmiert, und ausgekratzt wird.

Michel in den Br. d'. i. Tom 9. p. 465. — *Boffe* in den A. d. l'i. n. Tom. 5. p. 49. Br. d'i. Tom 14. p. 82. — *Meyer* in E. J. Bd. 16. S. 71.

2) Gewinnung des Schwefels aus Schwefelkies.

Der Schwefelkies (FeS), eine Verbindung von 45,5 Eisen und 54,5 Schwefel, wird am häufigsten zum Abtreiben des Schwefels benutzt, in England auch Kupferkies; erster giebt nämlich im verschlofsnen Raum erhitzt $\frac{2}{3}$ seines Schwefelgehalts in Dampfform ab, welchen man in Kondensationsgefäfsen auffängt und nochmals läutert. Man bedient sich hiezu entweder eines Röhrenofens, der Retorten, oder man läfst die Kiese in eignen Oefen mit absteigenden Rauchfängen und Kondensatoren theilweis verbrennen, wobei ein ziemlich beträchtlicher Theil Schwefel sich verflüchtigt, während schwefligsaures Gas gleichzeitig erzeugt wird.

a) Die Röhren, in welchen man den Schwefelkies destillirt, sind aus feuerfestem Thon, auch aus Gufseisen gefertigt, rund oder quadratisch, nach vorn verengt, mit horizontaler Bodenfläche; sie liegen in 3 oder 4 Reihen abwechselnd über einander, und werden am weitern Ende mit gröblich gepochtem Kies ($\frac{3}{4}$ bis 1 Centner in jede Röhre) besetzt. Am vordern offnen Ende befindet sich ein eisernes, mit Wasser gefülltes, Gefäfs mit einem bleiernen Deckel und einer kleinen Oeffnung für entweichende Gasarten. Ist der Schwefel nach 6 bis 8 Stunden Feuerung abgetrieben, so zieht man die Schwefelabbrände (niederes Schwefeleisen, 4 FeS + FeS) aus den Röhren, und benutzt sie auf Eisen-, oder gemischten Vitriol; der Rohschwefel, Tropfschwefel (10 bis 13%) liegt im Was-

ser und sieht grünlich- oder röthlichgelb aus, mufs geläutert werden. Dies geschieht in besondern **Läuteröfen**, Galeerenöfen mit 8 bis 12 Läuterkrügen, aus Gufseisen gefertigten Kolben, welche etwa 1 Centner fassen; ein helmähnliches irdnes bauchiges Gefäfs, mit zwei gekrümmten Hälsen, ist auf diese Krüge befestigt, von denen einer aus der Wand des Ofens vorsteht, und in einen irdnen Krug mit Deckel (Vorläufer) einmündet. Dieser hat über dem Boden eine Oeffnung mit Pfropfen, um den sich hierin ansammelnden flüssigen Schwefel in ein darunter befindliches offnes Geschirr laufen zu lassen. Hierbei erhält man zwischen 80 bis 87 % geläuterten Schwefel, welchen man sodann in Stangenform giefst; der Rückstand ist Schwefelschlacke, und in den Helmen findet sich rothes und gelbes Schwefelarsenik, indem der Schwefelkies oft Arsenikkies (Arseniknisen + Schwefelarsenik) enthält. — Die Schwefelschlacke umgeschmolzen liefert den grauen **Rofsschwefel**.

b) Zur Gewinnung von Schwefel bedient man sich auch besonderer Röstöfen mit Kondensationsräumen für den sublimirten Schwefel, so in Schweden zu Fahlun und Oester-Silfberg, im sächsischen Erzgebirge. Man legt Brennmaterial ein, darauf in gröfsern, dann allmälig kleinern Stücken den Schwefelkies; der Ofen ist konisch nach oben verengt, hat mehrere Abzugskanäle, die entweder nach einer gemauerten Kammer führen, oder sich eine lange Strecke horizontal fortziehen. Wird nun das Brennmaterial angezündet, so fängt die unterste Schicht Schwefelkies an zu brennen, durch deren Hitze die obere Schicht die kleinere Hälfte ihres enthaltnen Schwefels abgiebt, welcher mit der durchs Verbrennen eines Theils Schwefel erzeugten schwefligen Säure durch die Kanäle abzieht, und sich in denselben, oder der Kammer, als Mehlpulver kondensirt.

Bei jedem Rösten von Schwefelmetallen, Kupferkies, Bleiglanz, Schwefelkies, Blende etc., kann man sublimirten Schwefel gewinnen; der gröfste Theil des Schwefels oxydirt sich aber zu schwefliger Säure, welche gasförmig entweicht, theils zu Schwefelsäure, welche sich mit den oxydirten Metallen vereinigt. So gewinnt man z. B. beim Rösten der Erze des Rammelsbergs auf der Hütte zu Oker bei Goslar 1 bis 2 % Schwefel, welcher sich in Vertiefungen sammelt, die man in der Bedeckung der Rösthaufen auf dem Gipfel derselben anbringt. Man legt auch nicht selten an den gemauerten Röststadeln Kanäle an, in denen sich, wenn Behufs der Vitriolbereitung Schwefelkies geröstet wird, Schwefel ansetzt.

Im preufsischen Staat wird nur allein zu Rohnau bei Kupferberg in Schlesien Schwefel gewonnen, und zwar 400 bis 900 Centner jährlich. Die Einfuhr betrug: 1828, 32000 Ct.; 29, 22444 Ct.; 30, 29219 Ct.; 31, 12636 Ct.

Verunreinigungen des Schwefels. Die Schwefelblumen enthalten ein wenig Schwefelsäure, welche aus der bei der Sublimation sich mit erzeugenden schwefligen Säure in Berührung mit feuchter Luft entstanden ist. Um dieselbe zu entfernen, werden sie mit Wasser abgewaschen; das Sauerwerden findet jedoch nach einiger Zeit wieder statt. — Einen Gehalt an Arsenik entdeckt man dadurch, daſs der gepulverte Schwefel mit Salzsäure digerirt, zur Trockne abgedunstet, der Rückstand mit schwachem Weingeist aufgelöst, und in die Auflösung ein blankes Zinkstäbchen getaucht wird. Es überzieht sich dann das Zink mit dünnen dunkelfarbigen Metallschuppen, Arsenik, welche auf glühenden Kohlen einen Knoblauchgeruch verbreiten. Auch durch Verpuffung des Schwefels mit 4 Theilen reinem Salpeter, Auflösen des erzeugten salzigen Rückstands mit Zusatz von etwas Salzsäure, kann man Arsenik entdecken, wenn man die saure Auflösung mit hydrothiousaurem Gas zerlegt, wodurch ein gelber Niederschlag entsteht, Schwefelarsenik. — Der vulkanische Schwefel enthält häufig, auch der aus den Kiesen gewonnene, Selen, wodurch er, gleich wie durch Arsenik, mehr ins Pomeranzengelbe übergeht. Löst man solchen Schwefel in kochender Aetzkalilauge auf, so scheidet sich von selbst an der Luft zuerst Selen, dann der Schwefel ab.

Der Schwefel hat eine schön hellgelbe Farbe (Schwefelgelb), krystallisirt in zwei verschiedenen Formen, der natürliche und der aus einer Auflösung von Schwefelkohlenstoff krystallirte in Rhombenoktaëdern, durchs Schmelzen in schiefen rhombischen Säulen; erstere Krystalle sind stets gelblich, durchsichtig, von muschligem Bruch, letztere sind undurchsichtig, matt auf dem Bruch. Er ist wenig hart, leicht zerreiblich, wird durchs Reiben und Erwärmen — elektrisch, ein schlechter Leiter der Elektricität; er hat sehr wenig Geschmack, und nur beim Reiben, beim Erwärmen einen schwachen Geruch, ein specifisches Gewicht von 1,98, (des unreinen 2,35). Er schmilzt bei 111° zu einer klaren, gelben Flüssigkeit, bei 160° wird er dickflüssig, braun, aber nach dem Erkalten wieder hellgelb; erhitzt man ihn bis 200°, so bleibt er beim Erkalten weich, durchscheinend, rothgelb, zähe, und wird erst nach einigen Tagen fest und gelb. Man bedient sich wegen dieser Eigenschaft des zähen, durch schnelles Abkühlen weich gewordnen, Schwefels zur Verfertigung von Abgüssen von Münzen, Kameen etc. Bei 143° bildet der Schwefel in verschloſsnen Gefäſsen einen pomeranzenfarbnen Dampf, welcher sich zu gelben Blumen verdichtet; er kocht bei 316°. Bringt man in den heiſsen Schwefeldampf Eisen, Kupfer, Silber, so verbinden sie sich unter Feuererscheinung mit demselben. Er verbrennt an der Luft mit blaſsblauer Flamme, und stöſst ein erstickendes Gas aus, schwefligsaures Gas. Er ist in Wasser nicht löslich, ein wenig in Alkohol und Aether, besonders in fetten und ätherischen Oelen, in Aetzlauge, Schwefelkohlenstoff, Chlorschwefel.

Man benutzt denselben: 1) zu Schwefelfäden, Schwefelhölzern; 2) zur Erzeugung schwefliger Säure, zum Schwefeln der Wolle, Seide etc.; 3) zur Fabrikation des Schieſspulvers, 4) der Schwefelsäure; 5) zur Bereitung mehrerer Schwefelmetalle, als z. B. des Zinnobers, Schwefelkupfers zur Darstellung eines reinen Kupfervitriols; 6) in der Medicin; 7) zu Kitten.

Schwefelbalsam, *Baume de Soufre, balsam of Sulphur*, eine Auflösung des Schwefels in heiſsem Leinöl; eine braunschwarze, zähe, dicke Flüssigkeit, von sehr unangenehmen Geruch. Wird zur Darstellung eines Goldüberzugs auf Töpferzeug gebraucht.

Löst man in Kalilauge Schwefelpulver auf, so viel sich lösen will, filtrirt, und setzt nach einer vorläufigen Verdünnung der Lauge mit reinem Wasser sehr verdünnte Schwefelsäure hinzu, so fällt, unter Entweichen von Schwefelwasserstoffgas, ein graulich-weiſser, zarter Niederschlag, fein zertheilter Schwefel, welchem etwas Schwefelwasserstoff anhängt, Schwefelmilch, *Lait de Soufre, Magistère des., S. précipité, Precipitated Sulphur* genannt. (Die Erklärung dieses Prozesses später bei dem Artikel: „Schwefelkalium.") Ein feines, graulich-weiſses Pulver, ohne Geruch und Geschmack, verhält sich im Uebrigen ganz wie Schwefel. Ganz dasselbe ist auch der Schwefelschlamm, der sich aus den Schwefelwassern absetzt.

Um das Verbrennen der Metalle im Schwefeldampf zu zeigen, kann man entweder in einem Kölbchen Schwefel bis zum Kochen über der Lampe erhitzen, und sehr dünn ausgewalztes Kupferblech, in schmale Streifchen zerschnitten, hineinbringen, oder man legt einen Pistolenlauf, der mit einer kleinen Menge Schwefel gefüllt, und an beiden Enden verstopft ist, ins Feuer, so daſs das Zündloch oben liegt, so wird durch dieses heiſser Schwefeldampf ausströmen, in welchem obige Metalle, wie im Sauerstoffgas, verbrennen. — Eine ähnliche Feuererscheinung zeigt sich auch bei der Bereitung von Schwefeleisen aus Eisen und Schwefel, des Zinnobers aus Quecksilber und Schwefel.

Der Schwefel verbindet sich mit Sauerstoff in 4 Verhältnissen, welche Verbindungen sämmtlich Säuren sind.

1) Unterschweflige Säure, *Acide hyposulfureux, Hyposulfurous acid*, ($\dot{S}$) wird dadurch erhalten, daſs man in wäſsriger schwefliger Säure Eisen oder Zink auflöst, wodurch die Säure Sauerstoff an jene Metalle abtritt, sie oxydirt, selbst aber in unterschweflige Säure übergeht, welche sich mit den entstandnen Oxyden verbindet. Will man diese Salze durch eine stärkere Säure zerlegen, die unterschweflige Säure isoliren, so entmischt sie sich in schwefligsaures Gas und Schwefel; man kann sich daher dieselbe auch als schweflige Säure + Schwefel denken, ($2\dot{S} = S + \ddot{S}$). Sie besteht aus: 66,8 Schwefel und 33,2 Sauerst., ihre Salze scheinen in Wasser leicht löslich zu sein.

2) Schweflige Säure, schwefligsaures Gas, *Acide sulfureux, Sulphurous acid* ($\ddot{S}$), kommt in der Natur in vulkanischen Gegenden gebildet vor, sowohl gasförmig, *Fumaroli*, als auch an Wasser gebunden; letzteres bedingt eine rasche Oxydation durch den

Sauerstoff der Luft, und es geht daher die schweflige Säure in Schwefelsäure über.

Man erhält diese Säure: a) durchs Verbrennen von Schwefel in atmosphärischer Luft oder in Sauerstoffgas; er verbrennt mit hellblauer Flamme bei 150°. Auf diesem Weg wird dieselbe häufig zum Bleichen (Schwefeln) angewendet. b) Durch eine theilweise Desoxydation der Schwefelsäure, indem man derselben durch leicht oxydirbare Materien ⅓ ihres Sauerstoffgehalts entzieht. Hiezu sind anwendbar im Kleinen Kupferblech (Quecksilber), im Grofsen Hobelspähne, Sägespähne, Kohlenstaub. Man nimmt einen Kolben, Fig. 7. Tafel I., thut kleingeschnittnes Kupferblech hinein, 4 bis 6 Theile concentrirte Schwefelsäure, und erhitzt bis zum Kochen. Hiebei entsteht aus einem Theil der Schwefelsäure, durch Abgabe von Sauerstoff an das Kupfer, schwefligsaures Gas und Kupferoxyd, welches letztere sich mit dem andern Theil Schwefelsäure verbindet, und schwefels. Kupferoxyd (Kupfervitriol) liefert. Das Gas mufs über Quecksilber aufgefangen werden, da es vom Wasser reichlich verschluckt wird.

Im Grofsen nimmt man einen geräumigen Glaskolben, welcher in einem Sandbad erhitzt wird, thut Hobelspähne hinein, verschliefst denselben mit einem bleiernen Pfropfen, durch welchen eine Röhre zur Entbindung des Gases und ein *Welter*scher Trichter hindurchgehen. Auf einen Theil Holzspähne rechnet man 3 Theile concentrirte Säure; das Gemisch darf nur zu ⅔ den Ballon füllen, die Temperatur wird bis zum gelinden Kochen gesteigert. Durch das Holz, welches aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff besteht, wird die Schwefelsäure mit Hülfe der Wärme gänzlich zersetzt, es bilden sich aus einem Theil des Sauerstoffs der Säure und dem Kohlenstoff des Holzes kohlensaures Gas, dem Wasserstoff desselben Wasser, und die Schwefelsäure, eines Drittheils Sauerstoff beraubt, ist zu schwefligsaurem Gas umgewandelt. Man bedient sich dieser Methode weniger um die schweflige Säure gasförmig zu benützen, als um sie an Wasser und Basen zu binden. Zu dem Ende wendet man einen *Woulf*schen Flaschenapparat an, welcher zu ⅔ mit kaltem Regen- oder Flufswasser gefüllt wird. 100 Theile conc. Schwefelsäure geben 65,6 Theile schweflige Säure, oder 540 Theile starkes schwefligsaures Wasser. Auf eine gleiche Weise kann man flüssige schwefligsaure Salze darstellen. (Siehe bei den einzelnen Salzen des Natrons, Kalks.) Da jedoch auch stets ein wenig Schwefelsäure mit übergeht, so ist es gut, das Gas erst durch Wasser streichen zu lassen, wodurch die Schwefelsäure gebunden wird.

3) Durch Oxydation des Schwefels auf Kosten von Braunstein. Man nimmt 4 Theile Schwefel- und 5 Theile Braunsteinpulver, mengt beide

und erhitzt das Gemeng in irdnen Retorten; ein Theil Schwefel verbindet sich mit dem Sauerstoff des Braunsteins (Manganüberoxyds) zu schwefliger Säure, der andere Theil mit dem Mangan zu Schwefelmangan ($\ddot{M}n$ und 2 S geben MnS und $\ddot{S}$). Hierbei entbindet sich kein fremdes Gas, aber nur die Hälfte des Schwefels wird zu schwefligsaurem Gas verwandelt; das Nebenprodukt, Schwefelmangan, ist ohne nützliche Anwendung, weshalb diese Methode nicht empfehlungswerth ist. — Ueber die Darstellung der schwefligen Säure siehe D. p. J. Bd. 9. S. 345.

Das schwefligsaure Gas ist farblos, riecht eigenthümlich, reitzt die Athmungswerkzeuge, macht Husten, Beklemmung, Ersticken, schmeckt sauer, kratzend, höchst widrig, specifisches Gewicht 2,247, es wiegen daher 100 Kubikzoll 0,3561 Loth und 1 Kubikfuſs 7,311 Loth, Lichtbrechungsvermögen 2,263. Es wird bei — 18 bis 20°, so auch durch vermehrten Druck tropfbar, ist nicht brennbar, reagirt sauer und besteht aus 50,14 Schwefel und 49,86 Sauerst., oder aus gleichem Volum Sdampf und Sstgas. Es wird bei + 18° vom Wasser zu $43\frac{3}{4}$, vom Alkohol zu $115\frac{3}{4}$ Volum verschluckt; das schwefligsaure Wasser riecht und schmeckt wie das Gas, specifisches Gewicht 1,04 bis 05, verliert durchs Erhitzen alles Gas; durch den Zutritt der Luft oxydirt sich die schweflige Säure zu Schwefelsäure, weshalb das schwefligs. Wasser in wohl verschloſsnen Gefäſsen aufbewahrt werden muſs.

Man kann einen solchen nachtheiligen Gehalt an Schwefelsäure durch Zusatz von salzs. Baryt entdecken, welcher dann einen in Salpetersäure unauflöslichen Niederschlag liefert.

Durch Kälte und vermehrten Druck wird das schwefligsaure Gas tropfbar, eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, specifisches Gewicht 1,45, welche schon bei — 10° kocht, sich im Wasser bei wenigen Graden über 0° zum Theil auflöst, zum Theil verflüchtigt und das Wasser sehr abkühlt, ein anderer Theil fällt unaufgelöst in ölartigen Tropfen zu Boden; berührt man diese mit einem Glasstab, so geräth die Flüssigkeit ins Kochen, und erkältet das Wasser bis zum Gefrieren. Die tropfbare Säure ist so flüchtig, daſs sie bei + 10° eine Kälte von — 57°, im leeren Raum der Luftpumpe von — 68° erzeugt; man benutzt sie daher zur Hervorbringung ausnehmend hoher Kältegrade. Die schweflige Säure krystallisirt mit Wasser verbunden in der Kälte in farblosen Blättchen, welche angenehm frisch, sauer schmecken, über + 4° zerflieſsen, sich zersetzen, indem das Gas sich entbindet.

Das schwefligsaure Gas sowohl, als das damit angeschwängerte Wasser bleicht, d. h. es macht gewisse Pigmente aus dem Pflanzen- und Thierreich farblos. Das Bleichen kann nämlich entweder die Folge einer gänzlichen Entmischung, Zersetzung des Farbstoffs sein, oder es hat sich das Pigment mit dem bleichenden

Mittel zu einer farblosen Verbindung vereinigt, oder endlich die färbende Substanz ist von dem Bleichmittel absorbirt, und so entfernt worden. Auf die erste Art wirkt z. B. Chlor, auch zum Theil schweflige Säure; auf die zweite Weise vorzugsweise schweflige Säure; auf die dritte Art Kohle. Ist die farblose Verbindung, welche die schweflige Säure mit den Farbstoffen eingeht, von keinem dauernden Bestand, so tritt das Pigment allmälig wieder hervor, die vorige Färbung kehrt zurück, wie das bei mit dieser Säure gebleichten Gegenständen häufig der Fall ist. Nicht alle Pigmente werden durch dieselbe verändert, Cochenilleaufguſs wird z. B. blos heller, mehr gelbroth gefärbt, während Fernambukabkochung unter Absatz brauner Flocken gänzlich zersetzt wird; oftmals bringt eine angewendete stärkere Säure, z. B. verdünnte Schwefelsäure, die verschwundne Farbe wieder hervor. Bleicht man nämlich eine rothe Rose mit schwefliger Säure, und taucht sie dann in verdünnte Schwefelsäure, so erhält sie zum gröſsten Theil ihre rothe Farbe wieder.

Man bedient sich zum Bleichen sowohl der gasförmigen Säure, als auch der an Wasser gebundnen. Man hat eigne Schwefelkammern, welche nur an feuersichern Orten angelegt werden dürfen, in denen man die zu bleichenden Gegenstände genetzt aufhängt, und der Wirkung des durch Brennen von Schwefel erzeugten schwefligsauren Gases aussetzt. Die Anwendung der an Wasser gebundnen Säure ist in einzelnen Fällen vorzuziehen, weil auf diesem Weg eine mehr gleichförmige Wirkung erlangt wird, als auf jenem des Schwefelns. Man bedient sich der schwefligen Säure zum Weiſsmachen der Seide, Wollengarne, Tuche, Casimir, Darmsaiten, Badeschwämme, Stroh- und Spahngeflechte, Knochengallert, um Flecke aus Tischzeug auszubringen.

Vogel über das Bleichen der Badeschwämme, D. p. J. Bd. 13. S. 202.

Die schweflige Säure wird durch Kohle, Wasserstoffgas in der Rothglühhitze zersetzt, ebenso durch Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas; salpetrigsaurer Dampf oxydirt dieselbe unter Beihülfe von Wasser sehr schnell in Schwefelsäure, worauf die Gewinnung der Schwefelsäure beruht. Als Säure gehört die schweflige Säure zu den schwächsten, sie wird von den mehresten andern Säuren aus ihren Salzen entbunden. Die schwefligsauren Salze, *Sulfites*, sind im neutralen Zustand geruchlos, im sauren riechen sie wie das Gas; sie sind meist unauflöslich, von kratzend scharfem Geschmack, oxydiren sich schnell an der Luft zu schwefelsauren Salzen und lassen sich deshalb nicht gut aufbewahren; sie bleichen im sauren Zustand, und halten die Gährung auf, vermöge der Sauerstoffabsorption der Säure.

Digitized by Google

3) Untersehwefelsänre, *Acide hyposulfurique, Hyposulphuric acid,* ($\overset{...}{\ddot{S}}$) wird dureh Oxydation der sehwefligen Säure mittelst Braunstein erhalten. Man leitet das Gas in Wasser, welchem Braunsteinpulver beigemengt ist; hierbei entsteht sowohl unterschwefels. als auch schwefels. Manganoxydul, welche durch Baryt zerlegt werden. Der gewonnene untersehwefels. Baryt wird dann durch Sehwefelsäure zersetzt, die Flüssigkeit filtrirt, nnd im Vacuo der Luftpumpe bis auf ein specifisches Gewicht von 1,347 abgedampft; denn wollte man sie noch stärker concentriren, so würde sie sich in schwefligsaures Gas und Schwefelsäure zersetzen ($\overset{...}{\ddot{S}} = \ddot{S} + \dddot{S}$).

Es ist eine farblose, sehr saner schmeckende Flüssigkeit, besteht aus: 44,59 Schwefel und 55,41 Sauerst., löst Zink und Eisen nnter Wasserstoffgasentwickelnng auf, wird durch Sauerstoff, Chlor, Salpetersäure ohne Wärme nicht veräudert; giebt in Wasser anflösliche unterschwefelsaure Salze, *Hyposulfates*, welche Baryt- und Bleisalze nicht fällen, krystallisiren, nnd in der Hitze unter Entweichen von schwefligsaurem Gas in neutrale schwefelsaure Salze übergehen.

4) Schwefelsäure, *Acide sulphurique, Sulphuric acid* ($\dddot{S}$), die höchste Oxydationsstufe des Schwefels, kommt in der Natur gebildet vor, sowohl in Wassern gelöst, als an Basen gebunden, in schwefels. Salzen.

Im Wasser des Rio Vinagre am Vulkan Puracé in Südamerika. Dieser Fluſs hat seinen Namen Essigfluſs deshalb, weil sein Wasser saner schmeckt, 1000 Theile desselben enthalten 1,1 Schwefelsäure und 0,91 Salzsäure. Zu Town of Byron im Staat Tenessee in Nordamerika, im See des Bergs Indienne auf Java, auch in Italien in einer Grotte des vulkanischen Gebirgs Zoccolino, in der Gegend von Siena, desgleichen bei Aix in Savoyen.

Man unterscheidet im Handel zwei Sorten Schwefelsäure, a) Vitriolöl, *Huile de Vitriol, Oil of Vitriol*, rauchende, sächsische (nordhäuser) Schwefelsäure, (*Oleum* der Färber), welche aus Eisenvitriol destillirt wird, und b) Schwefelsäure, durchs Verbrennen von Schwefel mit Salpeter oder Salpetersäure erzeugt. Beide sind in chemischer Beziehung dadurch verschieden, daſs die letztere concentrirtes Schwefelsäurehydrat ist, erstere aber noch auſserdem wasserfreie Schwefelsäure enthält, welche das Rauchen an der Luft bedingt. — Das Vitriolöl wurde schon im 15ten Jahrhundert bereitet.

a) Die Darstellung des Vitriolöls, ($\dddot{S}\dot{H} + x\dddot{S}$), geschieht also: Der Eisenvitriol, schwefels. Eisenoxydul mit Wasser, wird zu diesem Behuf bei der Anfertigung stark eingedampft, damit er beim Erkalten zu einer festen Masse gestehe, Vitriolstein; man benutzt aber auch zur Vitriolölbrennerei die Bruchstücke der Vitriolkrystalle, den sogenannten Vitriolschmant. Man kalcinirt den Vitriol bei gelinder Hitze, um ihn des gröſsten Theils seines enthaltnen Wassers zu berauben, ($\frac{6}{7}$ desselben etwa 40$\frac{0}{0}$), so daſs er

noch so viel behält, als zur Existenz der tropfbaren Schwefelsäure im conc. Zustand erforderlich ist; hiedurch erlangt er eine schmutzig gelbe Farbe. Die Kalcination geschieht in den im Vitriolöl-Brennofen angelegten Kalcinirhöhlen während der Vitriolöldestillation, indem durch die Ziegelwände genug Hitze aus dem Feuerraum in diese Höhlen übergeht. Die Destillationsgefäfse sind feuerfeste irdne Kolben, von denen die einen, mit einem Beschlag aus Lehm und Colcothar versehen, als Retorten, die andern als Vorlagen dienen; erstere werden in einem Galeerenofen paarweis dem freien Feuer ausgesetzt.

Ein Vitriolöl-Brennofen der Hütte zu Hermsdorf ist auf Tafel IV. dargestellt; Fig. 6. zeigt die obere Ansicht und den Grundrifs in der Höhe des Feuerraums, Fig. 7. die Vorderansicht und ein Querprofil, Fig. 8. die Längenansicht und ein Längenprofil des Ofens. a Der Aschenfall, b das Schürloch, c die Roststäbe. Die Kolben e werden bei der Aufführung der Mauer d eingemauert, und zwar wird auf die Ziegelsteine etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch Lehm gestrichen, die Kolben darauf gelegt und dann mit Ziegelstücken und Lehm die Mauer noch 3 Z. hoch aufgeführt. Der erste Kolben wird gewöhnlich 1 Fufs von dem Schirm f angebracht; die Entfernung eines Kolbens vom andern beträgt 3 Z. Auf jeder Seite des Ofens liegen 12 Kolben, mithin in dem Ofen 24 Stück, sie stofsen in der Mitte der Feuerung an einander, ragen 4 bis 5 Z. aus der Mauer hervor, damit die Vorlagen g angebracht werden können. Die Gröfse der Kolben ist sehr verschieden; gewöhnlich sind sie 15 Z. lang, der Durchmesser am Hals beträgt 3 Z., eben so viel am Boden; der Hals ist 6 bis 7 Z. lang. Die Vorlagen g sind 14 Z. lang, haben einen Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ Z. in der Mündung, am Boden 4 Z. im Lichten; die Thonstärke $\frac{1}{2}$ Z. Auf der Mauer d liegen thönerne Platten h 1 Z. von einander entfernt; sie werden mit Thon gut verklebt, nur an den Seiten werden Zuglöcher i gelassen, welche, je nachdem es nöthig ist, geöffnet und verschlossen werden können. Zwischen dem Schirm f und der ersten Platte befindet sich eine Oeffnung k, welche vorzüglich dient den Luftzug zu befördern. Damit aber das Feuer durch heftige Windstöfse nicht durch diese Oeffnung herausgetrieben werde, ist der Schirm f angebracht. l Der Schornstein. Zum vorläufigen Trocknen des Vitriolschmants sind 4 Calcinirhöhlen m an den Seiten des Ofens angebracht; über denselben ist eine Mauer, auf welcher die Vorlagen liegen. Um dieser einen bessern Halt zu geben, sind querüber eiserne Schienen angebracht. Der Vorsprung n dient dazu, dafs der Schmant nicht so leicht aus den Höhlen fallen kann.

Sind die Kolben, ein jeder mit $1\frac{1}{2}$ bis 2 Pfund kalcinirten Vitriol gefüllt und eingesetzt, so wird gelindes Feuer gegeben; zuerst destillirt wäfsrige Säure über, Vitriolspiritus, Phlegma, *Esprit de Vitriol, Spirit of Vitriol,* welche meistens nicht aufgefangen wird. Sobald als die weifsen Nebel der wasserfreien Schwefelsäure sich zeigen, legt man die Vorlagen an, welche einen Vorschlag

von Regenwasser erhalten, gewöhnlich auf einen Brand 2 Loth, oder auf 3 Brände 6 Loth, wenn, ohne das Destillat zu entleeren, dreimal gebrannt wird, und verklebt dann die Fugen mit Kitt. Nun verstärkt man allmälig das Feuer, bis die Vorlagen, welche anfänglich sehr heiſs wurden, allmälig weniger heiſs werden, ein Zeichen, daſs die Destillation des Vitriolöls aufgehört hat. In 32 bis 36 Stunden ist die Operation beendet, in den letzten 6 Stunden müssen aber die Kolben weiſs glühen. Darauf wird die Lutirung und die Vorlagen abgenommen, die Kolben mittelst einer eisernen Kratze entleert, die zersprungnen ausgewechselt, und derselbe Prozeſs wieder angefangen. Man legt dieselben Vorlagen wieder vor, bis sie sich mit der dreifachen Säuremenge gefüllt haben. Man erhält ungefähr $50\frac{0}{0}$ vom kalcinirten Vitriol an Vitriolöl. Der Rückstand ist eine rothbraune, erdige Masse, Eisenoxyd mit ein wenig basisch schwefels. Eisenoxyd, fremden beigemengten Metalloxyden, welche der Vitriol enthielt; man nennt ihn Coleothar, Todtenkopf, *(caput mortuum vitrioli)*, Braunroth, Rothe Farbe; (über die Benutzung desselben siehe beim Eisenoxyd). Während der Destillation zersetzt sich auch ein geringer Theil Schwefelsäure durch die hohe Temperatur und durch zufällig vorhandne organische Körper in Sauerstoffgas und schweflige Säure, welche letztere dem Vitriolöl beigemengt ist.

Nicht selten stellt man Vitriolöl auch so dar, daſs man das Destillat des Vitriols in vorgeschlagne schwache Schwefelsäure leitet; hierdurch kann mehr oder weniger rauchende Säure sich mit nicht rauchender gewöhnlicher vereinigen, allein so dargestelltes Vitriolöl ist nicht so concentrirt, wie das ächte, raucht nicht so stark, enthält nicht so viel wasserfreie Säure. Auch durch Destillation von schwefels. Eisenoxyd, aus Coleothar und Schwefelsäure bereitet, zu welchem Ende man das wiedergewonnene Eisenoxyd stets von neuem verwenden kann, oder von sauren schwefels. Kali oder Natron kann man Vitriolöl erhalten.

Das Vitriolöl sieht bräunlich-gelb, oft von hineingefallnen organischen Körpern (Kork, Stroh, Holz etc.) braun aus, ist ölartig dickflüssig, spec. Gewicht 1,86 bis 92, hat einen stechenden Geruch nach schwefliger Säure, raucht an der Luft, d. h. verbreitet dicke, weiſse Dämpfe, welches daher kommt, daſs die im Vitriolöl enthaltne wasserfreie Schwefelsäure sehr flüchtig ist, bei jeder Temperatur farblose, unsichtbare Dämpfe bildet, welche, wenn sie mit der feuchten atmosphärischen Luft in Berührung treten, Wasserdampf anziehen, sich mit ihm vereinigen und eine Kondensation erleiden. Gutes Vitriolöl liefert an $\frac{1}{4}$ seines Gewichts wasserfreie Säure, gesteht bei — 12°. Das Vitriolöl enthält fast immer schwefels. Eisenoxyd, Kalk, kohlige Theile, nicht selten Selen, welches

sich als ein braunrothes Pulver am Boden der Krüge abscheidet, auch wohl Salpetersäure, wenn zur Darstellung salpetersäurehaltende Schwefelsäure vorgeschlagen wurde.

Es wird in Krügen von Steinzeug mit irdnen Schraubenstöpseln, welche verkittet sind, verkauft. Es wird in Schlesien auf der Hütte Morgenstern zu Rohnau bei Kupferberg, zu Schreibershau, Hermsdorf, in Nordhausen, Bonn, Linz a. Rhein, in Böhmen zu Kraslitz, Lukawitz, im sächsischen Erzgebirge u. a. a. O. dargestellt.

Um aus dem rauchenden Vitriolöl die wasserfreie Schwefelsäure ($\dddot{S}$), das rauchende Prinzip derselben, darzustellen, (es kann jedoch auch nach *Gmelin* aus der Schwefelsäure durch sehr langsam betriebne Destillation gewonnen werden), destillirt man gutes Vitriolöl vorsichtig bei stark erkälteter, trockner Vorlage; die übergehenden Nebel verschwinden bald, und es schiefsen viele farbenlose, undurchsichtige Krystalle an, asbestartig, zähe, bildsam (eisartiges Vitriolöl); sie sind sehr flüchtig, verdampfen und geben an der Luft dicke weifse Dämpfe, schmelzen bei 18°, specifisches Gewicht bei 20° 1,97. Sie erhitzt sich mit viel Wasser in Berührung mächtig, und löst sich auf, mit wenig Wasser verbindet sie sich unter Feuererscheinung, und wird dann durchscheinend. Die wasserfreie Schwefelsäure besteht aus: 40,14 Schwefel und 59,86 Sauerst., verändert die Farbe des vollkommen getrockneten Lackmuspapieres nicht, wohl aber des nicht getrockneten, Feuchtigkeit enthaltenden; sie wirkt nicht auf Metalle, verbindet sich mit ätzendem Kalk und Baryt unter Feuererscheinung, mit Schwefel in mehrern Verhältnissen; Phosphor entzündet sich mit wasserfreier Schwefelsäure in Berührung, oxydirt sich auf Kosten derselben, Schwefel scheidet sich ab.

b) Die Kunst durchs Verbrennen von Schwefel mit Salpeter Schwefelsäure darzustellen, soll schon 1697 in England erfunden worden sein (?); *Lefevre* und *Lemery* erwähnen eine solche Darstellungsweise zu Anfang des vorigen Jahrhunderts. Man bediente sich Anfangs gläserner Apparate, um in denselben die Verbrennung vorzunehmen, grofser mit einer weiten Oeffnung versehener Ballons, Glaskästen, später wurden statt dieser Bleikästen, Bleikammern, *chambres de plomb, chambers of lead,* eingerichtet. *Roebuck* errichtete 1746 die erste Bleikammer zu Birmingham; 1774 wurde die erste in Frankreich ausgeführt.

Zur Erzeugung der Schwefelsäure sind 4 verschiedne Substanzen nöthig, nämlich 1) schwefligsaures Gas, 2) salpetrigsaurer Dampf, 3) Wasser, 4) Sauerstoff (atmosphärische Luft). Man hat die beiden erstern verschiedentlich dargestellt, indem man a) Schwefel gemengt mit Salpeter anzündete und verbrannte, b) Schwefel allein verbrannte und salpetrigsauren Dampf mittelst Salpetersäure

und Melasse, Stärkemehl u. a. m. erzeugte, c) daſs man Schwefel verbrannte und Dämpfe von Salpetersäure hinzuleitete, die man aus Salpeter und Schwefelsäure entband.

Will man Schwefelsäure im Kleinen erzeugen, so bedient man sich folgenden Apparats, welcher auf Tafel II. Fig. 2. abgebildet ist. Man leitet in einen Glasballon durch den weiten Hals, welcher mit einem Bleipfropfen verschlossen ist, mittelst 3 gebogner Glasröhren 1) schwefligsaures Gas, aus Schwefelsäure und Kupferspähnen mittelst Wärme entwickelt, 2) Stickstoffoxydgas, aus Salpetersäure und Kupferspähnen ohne Wärme entbunden (von diesem letztern verhältniſsmäſsig weniger, als von ersterer), 3) Wasserdampf, gegen das Ende des Prozesses in einem mäſsigen Strom, wenn man nicht etwa eine Portion Wasser in den Ballon gethan hat. Durch die zweite Oeffnung des Ballons an der Seite läſst man von Zeit zu Zeit Luft ein, indem durch eine offne Röhre im Pfropfen die zersetzte Luft entweichen kann. Es findet nun folgender chemischer Prozeſs zwischen den in den Ballon geleiteten Gasen, der atmosphärischen Luft, und dem Wasserdampf statt, wie *Clément Desormes* und *Gay-Lussac* gezeigt haben.

Das Stickstoffoxydgas nimmt aus der Luft Sauerstoff auf, wird zu salpetrigsaurem Dampf, welcher, der schwefligen Säure $\frac{1}{3}$ seines Sauerstoffs abtretend, wodurch diese zu Schwefelsäure umgewandelt wird, in Stickstoffoxydgas übergeht, sich aber wieder durch die Luft zu salpetriger Säure herstellt, eine neue Portion schwefligs. Gas oxydirt etc. Dieser Oxydations- und Desoxydationsprozeſs dauert gegenseitig so lange fort, als noch Sauerstoff vorhanden ist; sobald derselbe erschöpft ist, hört die Erzeugung der Schwefelsäure auf. Wäre kein Wasserdampf vorhanden, so würden jene Gase nicht auf einander wirken, d. h. es würde sich wohl salpetrigsaurer Dampf erzeugen, aber dieser würde das schwefligsaure Gas nicht oxydiren; auch ist Wasser ferner nöthig, um die entstandne Schwefelsäure zu kondensiren. Während des Prozesses setzen sich bisweilen weiſse Krystalle an die Wände des Ballons ab, gerade als wenn Fensterscheiben im Winter blumig mit Eiskrystallen sich bedecken; dieses ist ein Zeichen eines Mangels an Wasserdampf und eines vorhandnen Ueberschusses an salpetriger Säure. Die Krystalle bestehen nämlich aus einer Verbindung von Schwefelsäure, salpetriger Säure und Wasser. Tritt Wasser hinzu, so verschwinden die Krystalle, die Schwefelsäure löst sich in Wasser auf, die salpetrige Säure wird in Salpetersäure und Stickstoffoxydgas zerlegt, von denen die erstere aufgelöst bleibt, letzteres aber sich an der Luft zu salpetrigsaurem Dampf oxydirt. Daher ist auch aus diesem Grund eine gehörige Wassermenge nöthig, um die Verbindung der salpetrigen Säure mit der Schwefel-

säure zu hindern, damit erstere neue Portionen schwefliger Säure in Schwefelsäure umwandeln können; denn dadurch ist es allein nur möglich, mit verhältniſsmäſsig wenig salpetriger Säure viel schweflige Säure zu oxydiren, weil dieselbe, nachdem sie an letztere Sauerstoff abgegeben hat, immer wieder sich erzeugt und von Neuem wirkt.

Clément Desormes und *Gay-Lussac* in G. A. Bd. 58. S. 67.

Zur Bildung der Säure im Groſsen dienen aus Bleiplatten zusammengefügte, parallelopipedische Kästen. Man bedient sich des Bleis, weil es von der Säure, selbst in der Wärme, nicht aufgelöst wird, es muſs aber, der Haltbarkeit wegen, 1 Linie, für den Boden 1½ Linien Stärke haben; es wird erst mit reinem Zinn an den Verbindungsstellen überzogen, dann mit einer Legirung von gleichen Theilen Zinn und Blei verlöthet, welche von der in den Kammern befindlichen Säure nicht angegriffen wird; noch besser ist es, wenn man sie mit Blei vergieſst. Die Gröſse solcher Kästen ist verschieden, man hat sie zu 5, 10, 20, 50, ja 100,000 Kubikfuſs Inhalt; ein solcher von 120 Fuſs Länge, 40 F. Breite, 20 F. Höhe ist in Lancashire errichtet. Die gewöhnlichen mittlern Dimensionen sind 50 F. Länge, 25 bis 27 F. Breite, 15 F. Höhe, oder auch 100 F. Länge, 22 bis 25 F. Breite, 12 bis 20 F. Höhe, von dem höchsten Punkt der gewölbten Decke gerechnet. Diese Kammern sind in einem Balkengerüst über aufgemauerten Pfeilern aufgestellt, so daſs man von allen Seiten ganz bequem zu denselben gelangen kann, um nöthigenfalls Reparaturen daran vornehmen zu können. Der Boden wird etwas gegen die wagerechte Linie geneigt, um die gebildete Säure am niedrigen Ende ablassen zu können. Jede Kammer hat einen Abzugskanal an einem Ende, der mittelst einer Klappe mit dem Innern der Kammer in Verbindung gesetzt werden kann; gewöhnlich sind noch mehrere mit Wasser abgesperrte Ventile, *soupapes hydrauliques,* in der Decke angebracht und mit einem Gegengewicht versehen, um den gespannten Dämpfen, im Fall es nöthig wird, rasch einen Ausweg zu verstatten. Am vordern Ende befindet sich eine Thür, welche beim Lüften der Kammer gleichzeitig mit der Klappe im Schornstein geöffnet wird.

Man unterscheidet ein zweifaches Verfahren der Darstellung, entweder a) man verbrennt periodisch ein Gemeng von Schwefel und Salpeter nach älterer Weise in verschloſsnen Kammern, *à vaisseau clos, à combustion intermittente,* oder b) das Verbrennen wird stetig unterhalten, *à courant d'air, à combustion continue,* während durch die unverschloſsnen Kammern ein Luftstrom flieſst.

a) Man brachte früher in die Kammern auf einem Wagen eiserne, mit Schwefel und Salpeter gefüllte, flache Schalen, *patères,* zündete die Masse an, verschloſs die Thür. Glaubte man, daſs die

Digitized by Google

über dem Boden der Kammer einige Zoll hoch stehende verdünnte Säure die gebildete Schwefelsäure verschluckt habe, so wurde die Thür und die Klappe in der Decke geöffnet, der Wagen herausgezogen, frische Luft hineingelassen, und der Prozefs von Neuem begonnen. Man erhielt auf solche Weise von 100 Th. Schwefel 150 bis 200 Theile concentrirte Schwefelsäure. Später bediente man sich statt der Wagen eigner, unter dem Boden der Kammer, oder seitwärts angebrachter Heerde, man verbrannte auf eisernen Platten, oder flachen Schalen, welche durch eine eigne Feuerung geheitzt wurden, das Gemeng. Nach der Kapacität der Bleikammer, und ihrem davon abhängenden Gehalt an atmosphärischer Luft, kann nur ein bestimmtes Gewicht des Gemengs mit Vortheil verbrannt werden, denn sobald der Sauerstoff der Luft verzehrt ist, hört die Bildung der Säure auf. *Parkes* rechnet auf 300 Kubikfufs Luft 1 ℔. des Gemengs; verbrennt man mehr, so geht schweflige Säure beim Lüften der Kammer nutzlos verloren. Das Lüften hat zum Zweck, den gröfsten Theil der salpetrigen Säure zu entfernen, die das Verbrennen des Schwefels hindert. Früher wendete man auch zur kräftigern Kondensation der Gase einen Wasserstrahl an, den man mittelst einer Druckpumpe in die Kammer spritzte, später bediente man sich hierzu des Wasserdampfs, welcher zugleich eine beträchtliche Bewegung und dadurch eine Mengung der Gase bedingt. — Auf der Verbrennungsplatte bleibt saures schwefels. Kali, meist mit etwas Schwefel gemengt, zurück, indem ein Theil Schwefel sich, bei Vorhandensein von Kali des Salpeters, zu Schwefelsäure oxydirt. Während des Abbrennens von Schwefel und Salpeter, welches sehr energisch statt findet, erzeugen sich plötzlich so viele Gase, die sich in der Kammer anhäufen, dafs ein starker Druck auf die Wände ausgeübt wird, welcher leicht gefährlich werden kann, man mufs daher die Ventile öffnen, was nur Verlust nach sich zieht; darum ist es besser, nur sehr wenig Salpeter unter den Schwefel zu mengen, und die salpetrige Säure auf eine andere Art zu beschaffen (siehe weiter unten). Ist das Treiben vorbei, so tritt dann atmosphärische Luft durch das Loch an der Verbrennungsplatte ein, ein Beweis, dafs in der Kammer die Kondensation und Abkühlung statt findet.

b) Der Apparat mit fortwährendem Verbrennen bei stetem Luftwechsel wurde 1774 in Frankreich angewendet, und durch *Chaptal* vervollkommnet. Die durchs Verbrennen des Gemengs erzeugten Gasarten ziehen in die Kammer, an deren entgegengesetztem Ende durch einen bleiernen Schornstein das Stickstoffgas der zersetzten atmosphärischen Luft, gemengt mit einer gewissen Portion saurer Dämpfe, entweicht. Dadurch erhielt man, obschon noch manche Mängel obwalteten, von 100 Theilen Schwefel 250 bis

260

260, im günstigen Fall 290 Theile concentrirte Schwefelsäure, während der Berechnung zu Folge 100 Theile reiner Schwefel 305,05 Theile concentrirte Schwefelsäure liefern sollen. Als eine Unvollkommenheit des Apparats mit stetem Verbrennen ist der Verlust an nicht kondensirten sauren Dämpfen zu betrachten, welche durch den Schornstein entweichen; derselbe kann jedoch durch die Anwendung mehrerer mit einander verbundner Kammern von geringerer Kapacität beseitigt werden. 3 auch 4 derselben werden, jede etwas höher als die andere, so gestellt, dafs die in der untersten nicht kondensirten Gase aus dieser in die zweite höhere, aus dieser in die dritte ziehen, und man auch aus dem höher liegenden die schwächere Säure in die untern umfüllen kann. In die letzte Kammer, welche mit Wasser gespeist wird, läfst man stetig Wasserdampf einströmen, um die völlige Kondensation der letzten Antheile der Schwefelsäure zu vermitteln, so dafs durch den Schornstein nur Stickstoff- und salpetrigsaures Gas entweichen. Der verflüchtigte unverbrannte Schwefel, welcher in die Kammer mit übergeführt worden, scheidet sich als Schwefelblumen am Boden derselben ab, wird gesammelt, und abgewaschen unter den zu verbrennenden Schwefel gemengt.

Beschreibung der Zeichnung einer Schwefelsäurekammer auf Tafel IV. Fig. 2. und 3. *a*, *a* die gemauerten Pfeiler, *b*, *b* das Balkengerüst, *c* der Schornstein, *d* der Verbrennungsofen, *e* die Verbrennungsplatte, *f* der cylindrische Aufsatz, welcher die Gase in den Bleikasten leitet, von Eisen und Blei, *g* ein Dampfkessel, *h* das Dampfrohr.

Die Menge des Salpeters, die man dem Schwefel zusetzt, ist sehr relativ, sie richtet sich nach dem räumlichen Inhalt der Kammer, nach der Temperatur der Luft, denn je kälter diese, desto mehr ist in der Kammer salpetrige Säure erforderlich; im Durchschnitt sind 8 bis 9$\frac{0}{0}$ hinreichend. Die Erfahrung lehrt, dafs auf dem Boden der Kammer nie Wasser allein sich befinden darf; mit Vortheil bedeckt man denselben mit einer schwachen Säure von 28 bis 32° B., welche nur wenig salpetrige Säure verschluckt, während reines Wasser, oder eine sehr schwache Säure, eine grofse Menge derselben aufnehmen, zersetzen und dadurch aufser Wirksamkeit auf das schwefligsaure Gas setzen würde, woher es denn kommt, dafs ein heftiger Geruch nach schwefliger Säure in solchen Fällen wahrgenommen wird, weshalb es nöthig ist, eine gröfsere Masse salpetrigsaurer Dämpfe zu erzeugen. Bei niederer Temperatur bilden sich die oben Seite 158 erwähnten Krystalle von Schwefel- und salpetriger Säure, und bedecken bei lang anhaltender Kälte die Wände der Kammer mit einer ½ bis 1 Zoll dicken Schicht, wenn keine Wasserdämpfe zugeleitet werden; fallen die Krystalle in die Kammersäure, so findet eine Zersetzung unter Aufbrausen statt, es

braust und wallt in der Kammer, als wenn die Flüssigkeit in Gährung wäre. Enthält die schwache Säure eine hinlängliche Menge Salpetersäure, so kann diese die absorbirte schweflige Säure in Schwefelsäure umwandeln, und dann wird man keine schweflige Säure in derselben finden, aber wohl im entgegengesetzten Fall.

Man fing in der neuern Zeit in Frankreich an, statt aus Salpeter, welchen man mit dem Schwefel gemengt auf der Verbrennungsplatte zersetzte, Stickstoffoxydgas zu erzeugen, sogleich salpetrigsaure Dämpfe, durch Desoxydation von Salpetersäure mittelst organischer Körper gewonnen, in die Kammer zu leiten, während man auf der Platte den Schwefel allein verbrennen lieſs. Hierzu verwendete man Melasse (die bei der Darstellung des Rohzuckers abfallende, nicht mehr krystallisirende Flüssigkeit), oder auch Stärkemehl, wobei als Nebenprodukt Sauerkleesäure erzeugt wurde, und stellte die Glasballons zur Seite des Verbrennungsheerds in ein Sandbad. Man verbrannte binnen 24 Stunden 2 mal. Später entband man zur bessern Mengung des schwefligsauren Gases und salpetrigsauren Dampfs, letztern in einem Platingefäſs, welches auf einem eisernen Dreifuſs mitten in den brennenden Schwefel gestellt wurde. Ein Umstand macht aber dieses Verfahren überhaupt nicht gut anwendbar, der Preis der Sauerkleesäure ist nämlich so niedrig, daſs dadurch die Kosten der Anwendung von Salpetersäure nicht gehörig gedeckt werden, zumal da ein Theil derselben, welcher zersetzt wird, verloren geht; man überzeugte sich endlich auch, daſs bei diesem Verfahren weit mehr Salpetersäure in Verhältniſs zum Schwefel verbraucht wird, als wenn man Salpetersäure selbst anwendet.

Man entwickelt daher letztere aus Salpeter mit Hülfe von etwa 90^{0}_{0} Schwefelsäure in einem kleinen guſseisernen Kessel, den man mitten in die Flamme des brennenden Schwefels stellt, um durch die entwickelte Wärme die Einwirkung zu befördern; man erhält weiſses doppelt schwefels. Kali als Rückstand. Die Dämpfe der entwickelten Salpetersäure werden durch das schwefligsaure Gas eines Theils ihres Sauerstoffs beraubt, es bildet sich Schwefelsäure und salpetrigsaure Dämpfe, deren Wirkung oben gelehrt worden ist. In der neuesten Zeit hat man auch die Einrichtung getroffen, die Gase in die Kammer nicht von unten, sondern oben eintreten zu lassen, wodurch eine schnellere Aufeinanderwirkung statt findet.

Neuerdings hat *Phillips* eine andere Weise der Erzeugung der Schwefelsäure gelehrt, man soll nämlich ein Gemisch von schwefligsaurem Gas und atmosphärischer Luft durch stark rothglühende Platin- oder Porzellanröhren treiben, in denen Platindraht, oder fein zertheiltes Platin sich befindet. Er leitet dann die Dämpfe der erzeugten Schwefelsäure durch ein bleiernes Kühlrohr nach einer Kondensationsvorrichtung, welche aus

Digitized by Google

einem 30 Fuſs hohen, 8 F. im Durchmesser haltenden, steinernen, mit Blei verkleideten Bassin besteht, mit Quarzstücken angefüllt, welche mit Wasser, oder schwacher Säure vom Boden des Bassins mittelst einer Pumpe stets feucht erhalten werden. Letztere Art der Kondensation ist übrigens bei uns nicht neu. *Phillips* in D. p. J. Bd. 43. S. 43. *Magnus* hat die Erzeugung von Schwefelsäure auf diese Art bestätigt, in P. A. Bd. 24. S. 610, D. p. J. Bd. 45. S. 217.

Wenn die gebildete Säure am Boden der Kammer sich so weit verstärkt hat, daſs sie ein specifisches Gewicht von 1,38 (40° B.), besitzt, so wird aus der Kammer so viel abgelassen, daſs der Rückstand mit Wasser verdünnt noch 30 bis 31° B. zeigt. Es ist nicht vortheilhaft, die Säure in der Kammer stärker werden zu lassen, sie absorbirt alsdann zu viel salpetrigsauren Dampf, welcher zu Salpetersäure wird; zapft man sie schwächer ab, so enthält sie noch zu viel schwefligsaures Gas. Das Ablassen in die Bleipfannen geschieht an dem Ende der Kammer, wo der Boden am niedrigsten liegt; hier ist ein bleiernes Bassin angebracht, welches mit der Kammer durch eine Oeffnung in der Seitenwand im Zusammenhang steht, so daſs in demselben die Säure eben so hoch steht, als in der Kammer selbst. Man wendet einen Platinheber oder ein Bleirohr mit Hahn an. Die Bleipfannen sind möglichst aus einem einzigen Bleiblech von 2 Linien Stärke gefertigt, ohne alles Loth, die Pfannen ruhen auf guſseisernen in einander gefalzten Platten, diese auf gemauerten Bogen des Feuerplatzes und eisernen Tragestangen; der Rauch umzieht die Seitenwände der Pfannen. Die schwache Säure enthält viel Wasser, schwefligsaures Gas, salpetrige und Salpetersäure, etwas schwefels. Kali und Eisenoxydul, welche aus dem Salpeter erzeugt wurden, schwefels. Bleioxyd, auch schwefels. Kalk, wenn das gebrauchte Wasser Kalksalze enthielt. Durch Abdampfen wird ein Theil des Wassers, die schweflige, die salpetrige und zum gröſsten Theil die Salpetersäure entfernt, wobei sich wasserleeres schwefels. Eisenoxyd, schwefels. Bleioxyd, als ein weiſses Pulver niederschlagen. Man kann aber die Säure in offnen Pfannen nur zu einem specifischen Gewicht von 55° B. (1,62) bis 60° B. (1,70) concentriren, weil bei einer höhern Wärme das Blei weich werden, und auch sehr viel Säure unnütz verloren gehen würde. Die weitere Concentration wird daher entweder in gläsernen Retorten, die in einem Galeerenofen mit Sandbad liegen, vorgenommen, oder in Destillirblasen aus Platin, deren Löthungen mit Gold gefertigt sind. Das Helmrohr von Platin steht mit einer bleiernen Schlange in Verbindung, durch welche die schwache Schwefelsäure sammt etwas Salpetersäure überdestillirt, während die concentrirte Schwefelsäure von 66° B. (1,845) in der Blase bleibt. Die überdestillirte schwache Säure wird ent-

weder in die Kammer mit dem Wasser gefüllt, oder besser, da sie Salpetersäure enthält, anderweitig verbraucht. Ist die höchste Concentration erreicht, so wird die kochende Säure aus der Blase durch einen eigens konstruirten Platinheber abgezapft, und abgekühlt in die zur Aufbewahrung bestimmten Gefäſse geleitet. Man füllt die concentrirte Säure in groſse Glasballons, zu 100 und 300 Pfund Inhalt, welche in Weidenkörbe mit Stroh eingefüttert werden, oder in groſse irdne Krüge mit Schraubenstöpseln, *Dames-Jeannes;* die Stöpsel müssen mit Harzkitt verstrichen werden.

Die Platindestillirblasen sind von verschiedner Gröſse, nach dem Umfang der Fabrik, von 500, 1000, 2000 Pfund Inhalt, erfordern ein groſses Anlagekapital von 10, 12, 15,000 Thalern. — Der Platinheber von *Bréant* ist also konstruirt. In dem Kessel der Blase a Fig. 11. Tafel IV. befindet sich der kurze Schenkel b, welcher sich über der Deckplatte der Blase umkrümmt und dort mit 2 angelötheten Trichtern c, c' versehen ist, die mittelst Stöpseln aus Platin luftdicht verschlossen werden können, siehe auch Fig. 13. Bei d zertheilt sich das Platinrohr in 4 dünne Röhren e, e, etc., die, wie Fig. 12. zeigt, in einer Ebne liegen, und durch Draht zusammengehalten werden; sie vereinigen sich unten bei f wieder in ein Rohr, welches bei g mit einem Hahn versehen ist. Von d bis f ist der lange Schenkel des Platinhebers mit einem weiten kupfernen Cylinder h umschlossen, welcher durch die Röhre i mit kaltem Wasser gefüllt werden kann; dieses flieſst durch das am obern Ende angesetzte Rohr k heiſs ab, in entgegengesetzter Richtung mit der heiſsen Schwefelsäure. Wie wird aber der Heber gefüllt? Man verschlieſst den Hahn g, füllt dann den langen Schenkel durch den Trichter c mit concentr. Schwefelsäure, ist er voll, so schlieſst man den Trichter, und füllt noch so viel durch c' hinzu, bis sie durch den kurzen Schenkel in die Blase abläuft. Darauf wird schnell der Trichter geschlossen, der Hahn g geöffnet, und es muſs nun die heiſse Säure, indem vorher der Helm abgenommen, oder eine Oeffnung im Helm geöffnet worden ist, um der atmosphärischen Luft Zutritt zu gestatten, abflieſsen, und durch den die dünnen Röhren des Heberschenkels umgebenden Wasserstrom abgekühlt durch g in die Gefäſse einlaufen. Ist die Blase entleert, so wird sie mit heiſser Säure aus den Abdampfpfannen gefüllt, und in stetem Gang erhalten. Jedes kleine Loch, welches die Blase mit der Zeit erhalten sollte, wird mit einem Dukaten verlöthet.

Die nach diesen Methoden gewonnene Schwefelsäure ist nicht rein, sie enthält $\frac{3}{4}$, ja wohl $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{0}{0}$ fremde aufgelöste Salze, wodurch ihr specifisches Gewicht bis auf 1,90 steigen kann; man entdeckt diesen Beisatz durchs Verdampfen der Säure in einem Platinschälchen, und Wiegen des Rückstands; sie enthält meistens auch ein wenig Salpetersäure, welche, wenn es nicht eine ganz unbedeutende Quantität ist, nachtheilig wirkt. (So wird z. B. Indigo, der sonst eine dunkelblaue Auflösung in der Schwefelsäure giebt, ins Grüne sich hinneigen, weil durch die Salpetersäure ein

Theil Indigo zersetzt und gelb wird, und mit blau grün erzeugt. Deshalb kann man die Säure mit Indigoauflösung probiren.) Nicht selten enthält die Schwefelsäure auch Salzsäure, aus dem Kochsalz des angewendeten Salpeters und Wassers herrührend; eine solche Schwefelsäure entbindet mit Braunstein behandelt Chlorgas.

Prüfung der Schwefelsäure. Eisenoxyd entdeckt man, wenn der Rückstand in reiner Salpetersäure aufgelöst, mit Ammoniak einen braunen Niederschlag giebt; einen Gehalt an Kalk durch sauerklees. Ammoniak; einen Kaligehalt, wenn man den Rückstand glüht, davon etwas auflöst und mit concentrirter Auflösung von Weinsteinsäure vermischt, wodurch ein krystallinisch-körniger Niederschlag entsteht; einen Gehalt an Arseniksäure, vom Arsenikgehalt des verbrannten Schwefels herrührend, entdeckt man dadurch, daſs durch verdünnte Schwefelsäure Schwefelwasserstoffgas geleitet wird. Auf eine absichtliche Verfälschung mit schwefels. Manganoxydul (Rückstand von der Chlorbereitung) ist neuerdings aufmerksam gemacht worden, man erkennt dieselbe, wenn man eine Probe mit Salpeter abdampft, wobei das Zurückbleibende schön roth gefärbt ist.

Will man daher chemisch reine Schwefelsäure haben, so muſs die käufliche rektificirt werden, welche Operation, wegen des stoſsweisen Aufkochens der Säure, durch die sich abscheidenden Salztheile veranlaſst, wodurch die Retorte leicht zerbrochen, oder der Hals abgesprengt wird, viel Umsicht erfordert. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, wählt man weite Retorten und Vorlagen, und thut etwas zerstoſsnes Glas in die erstern; man legt sie so in die Sandkapelle, daſs am Boden viel Sand sich befindet, nicht so an den Seitenwänden, wodurch vermieden wird, daſs das Sieden vom Boden ausgeht. Das zuerst übergehende wird, als mit Salpeters. verunreinigt, besonders aufgefangen, und nur ¾ des Gewichts abdestillirt.

Die reinste concentrirte Schwefelsäure ($\dddot{S}\dot{H}$) ist eine farb- und geruchlose, wasserhelle, ölartige Flüssigkeit, specifisches Gewicht 1,845 bei 15,5° *Ure;* sie schmeckt mit Wasser verdünnt sehr sauer, kocht bei 326°, und bildet einen dicken weiſsen Rauch durch Kondensation des unsichtbaren Wasserdampfs in der Luft, krystallisirt bei — 34° in sechsseitigen Säulen. Die concentrirte Säure ist das erste Hydrat der Schwefelsäure, enthält 18,3 % Wasser, welches zu dem Bestehen der Säure im tropfbaren Zustand nothwendig ist; sie zieht mächtig Wasser aus der Luft an, deshalb müssen die Gefäſse stets fest verpfropft sein; sie kann das vier- bis fünffache Gewicht Wasser nach und nach aufnehmen. Mischt man sie mit Wasser, so geschieht es unter Freiwerden von Wärme, und das Volum des Gemisches ist geringer, als das der Flüssigkeiten vor dem Mischen. Man darf nicht das Wasser in die Säure, sondern man muſs die Säure ins Wasser schütten, im ersten Fall wird das Wasser plötzlich verdampfen und schleudert die Säure umher.

Am sichersten ist es unter stetem Umrühren mit einem Glasstab die Säure in einem dünnen Strahl mitten ins Wasser zu gieſsen. Die Raumeskondensation beträgt bei dem Mischen von gleichen Theilen conc. Säure und Wasser nach dem Erkalten 2,9%. Setzt man der conc. Säure so viel Wasser zu, daſs sie 30,94% enthält, zweites Hydrat der Schwefels., ($\dot{S}\dot{H}_2$) so krystallisirt sie schon bei + 4°; ihr specifisches Gewicht ist dann bei 16° 1,78 (64° B.).

1. Tabelle

über die specifischen Gewichte und Säureprozente der verdünnten Schwefelsäure nach *Parkes*, Temperatur $15\frac{5}{9}$°.

(Chemical Essays Vol. I. p. 504.)

(Die Punkte geben die Resultate angestellter Wägungen an, die übrigen Angaben sind berechnet.)

100 Th. Säure von 1,8494 verdünnt mit Wasser.	Spec. Gewicht des Gemisches.	Säureprozente.	100 Th. Säure von 1,8494 verdünnt mit Wasser.	Spec. Gewicht des Gemisches.	Säureprozente.
·1	1,8484	99,009	38	1,6289	72,463
·2	1,8465	98,039	39	1,6230	71,942
·3	1,8445	97,087	·40	1,6171	71,428
·4	1,8416	96,135	41	1,6113	70,921
·5	1,8387	95,238	42	1,6054	70,422
6	1,8358	94,339	43	1,5995	69,930
·7	1,8319	93,457	44	1,5937	69,444
8	1,8270	92,509	·45	1,5879	68,965
9	1,8222	91,743	46	1,5820	68,493
·10	1,8163	90,909	47	1,5761	68,027
11	1,8104	90,090	48	1,5703	67,567
12	1,8046	89,285	49	1,5645	67,114
13	1,7988	88,495	50	1,5585	66,666
14	1,7929	87,719	51	1,5526	66,225
·15	1,7880	86,956	52	1,5478	65,789
16	1,7821	86,206	53	1,5429	65,359
17	1,7744	85,470	·54	1,5390	64,935
18	1,7666	84,745	55	1,5351	64,516
19	1,7588	84,033	56	1,5312	64,102
20	1,7510	83,333	57	1,5273	63,694
·21	1,7431	82,644	58	1,5234	63,291
22	1,7353	81,967	59	1,5195	62,893
23	1,7275	81,300	60	1,5156	62,500
24	1,7207	80,645	61	1,5117	62,111
25	1,7138	80,000	·62	1,5078	61,728
26	1,7070	79,365	63	1,5039	61,349
·27	1,7002	78,740	64	1,5000	60,975
28	1,6933	78,125	65	1,4960	60,606
29	1,6865	77,519	66	1,4921	60,240
30	1,6796	76,923	67	1,4843	59,880
31	1,6728	76,335	68	1,4882	59,523
32	1,6660	75,757	69	1,4804	59,171
·33	1,6582	75,187	·70	1,4765	58,823
34	1,6523	74,626	71	1,4726	58,481
35	1,6464	74,074	72	1,4687	58,139
36	1,6406	73,529	73	1,4648	57,803
37	1,6348	72,992	74	1,4609	57,471

Digitized by Google

100 Th. Säure von 1,8494 verdünnt mit Wasser.	Spec. Gewicht des Gemisches.	Säureprozente.
75	1,4570	57,142
76	1,4531	56,818
77	1,4502	56,497
78	1,4473	56,179
79	1,4433	55,865
80	1,4395	55,555
81	1,4365	55,248
82	1,4336	54,945
83	1,4306	54,644
84	1,4276	54,347
85	1,4257	54,054
86	1,4218	53,763
87	1,4189	53,475
88	1,4160	53,191
89	1,4130	52,910
90	1,4101	52,631
91	1,4072	52,356
92	1,4042	52.083
93	1,4013	51,813
94	1,3984	51,546
95	1,3955	51,282
96	1,3926	51,020
97	1,3906	50,761
98	1,3886	50,505
99	1,3867	50,256
100	1,3848	50,000
105	1,3730	48,780
110	1,3632	47,619
115	1,3535	46,511
120	1,3437	45,454
125	1,3359	44,444
130	1,3281	43,478
135	1,3203	42,553
140	1,3125	41,666
145	1,3056	40,816
150	1,2988	40,000
155	1,2919	39,215
160	1,2851	38,461
165	1,2783	37,735
170	1,2724	37,037
175	1,2676	36,363
180	1,2627	35,714
185	1,2568	35,087
190	1,2520	34,482
195	1,2470	33,898
200	1,2424	33,333
210	1,2343	32,258
220	1,2265	31,250
230	1,2187	30,303
240	1,2129	29,411
250	1,2060	28,571
260	1,1992	27,777
270	1,1933	27,027
280	1,1875	26,315
290	1,1825	25,641
300	1,1776	25,000
310	1,1728	24,390
320	1,1679	23,809
330	1,1630	23,255
340	1,1582	22,727
350	1,1552	22,222
360	1,4523	21,739
370	1,1494	21,276
380	1,1464	20,833
390	1,1426	20,408
400	1,1388	20,000
420	1,1328	19,230
440	1,1279	18,518
460	1,1240	17,857
480	1,1181	17,241
500	1,1132	16,666
550	1,1054	15,384
600	1,0966	14,285
650	1,0898	13,333
700	1,0839	12,500
750	1,0781	11,764
800	1.0732	11,111
850	1,0693	10,526
900	1,0664	10,000
950	1,0625	9,523
1000	1,0602	9,090
1100	1,0546	8,333
1200	1,0507	7,692
1300	1,0488	7,142
1400	1,0458	6,666
1500	1,0429	6,250
1600	1,0390	5,882
1700	1,0370	5,555
1800	1,0351	5,263
1900	1,0337	5,000
2000	1,0322	4,761
2250	1,0283	4,255
2500	1,0254	3,846
2750	1,0234	3,508
3000	1,0214	3·225
3500	1,0185	2,777
4000	1,0166	2,439
4500	1,0146	2,173
5000	1,0127	1,960
5500	1,0117	1,785
6000	1,0107	1,639
6500	1,0102	1,515
7000	1,0098	1,408
7500	1,0093	1,315
8000	1,0088	1,234
8500	1,0083	1,162
9000	1,0078	1,098
9500	1,0073	1,041
10000	1,0068	0,990

2. Tabelle

über die specifischen Gewichte und Säureprozente der verdünnten Schwefelsäure nach *Ure*, Temperatur 25,5°.

(Dictionnary of Chemistry pag. 106.)

flüssige Säure.	specif. Gewicht.	trockne Säure.	flüssige Säure.	specif. Gewicht.	trockne Säure.	flüssige Säure.	specif. Gewicht.	trockne Säure.
100	1,8485	81,54	66	1,5503	53,82	32	1,2334	26,09
99	1,8475	80,79	65	1,5390	53,00	31	1,2260	25,28
98	1,8460	79,90	64	1,5280	52,18	30	1,2184	24,46
97	1,8439	79,09	63	1,5170	51,37	29	1,2108	23,65
96	1,8410	78,28	62	1,5066	50,55	28	1,2032	22,83
95	1,8376	77,46	61	1,4960	49,74	27	1,1956	22,01
94	1,8336	76,65	60	1,4860	48,92	26	1,1876	21,20
93	1,8290	75,83	59	1,4760	48,11	25	1,1792	20,38
92	1,8233	75,02	58	1,4660	47,29	24	1,1706	19,57
91	1,8179	74,20	57	1,4560	46,48	23	1,1626	18,75
90	1,8115	73,39	56	1,4460	45,66	22	1,1549	17,94
89	1,8043	72,57	55	1,4360	44,85	21	1,1480	17,12
88	1,7962	71,75	54	1,4265	44,03	20	1,1410	16,31
87	1,7870	70,94	53	1,4170	43,22	19	1,1330	15,49
86	1,7774	70,12	52	1,4073	42,40	18	1,1246	14,68
85	1,7673	69,31	51	1,3977	41,58	17	1,1165	13,86
84	1,7570	68,49	50	1,3884	40,77	16	1,1090	13,05
83	1,7465	67,68	49	1,3788	39,95	15	1,1019	12,23
82	1,7360	66,86	48	1,3697	39,14	14	1,0953	11,41
81	1,7245	66,05	47	1,3612	38,32	13	1,0887	10,60
80	1,7120	65,23	46	1,3530	37,51	12	1,0809	9,78
79	1,6993	64,42	45	1,3440	36,69	11	1,0743	8,97
78	1,6870	63,60	44	1,3345	35,88	10	1,0682	8,15
77	1,6750	62,78	43	1,3255	35,06	9	1,0614	7,34
76	1,6630	61,97	42	1,3165	34,25	8	1,0544	6,52
75	1,6520	61,15	41	1,3080	33,43	7	1,0477	5,71
74	1,6415	60,34	40	1,2999	32,61	6	1,0405	4,89
73	1,6321	59,52	39	1,2913	31,80	5	1,0336	4,08
72	1,6204	58,71	38	1,2826	39,98	4	1,0268	3,26
71	1,6090	57,89	37	1,2740	30,17	3	1,0206	2,446
70	1,5975	57,08	36	1,2654	29,35	2	1,0140	1,63
69	1,5868	56,26	35	1,2572	28,54	1	1,0074	0,8154
68	1,5760	55,45	34	1,2490	27,72			
67	1,5648	54,63	33	1,2409	26,91			

Schwefelsäure löst Schwefel, Selen, Jod, Tellur ohne Veränderung, ohne Oxydation auf; sie wird durch Glühehitze zersetzt, wie bereits oben beim Vitriolöl erwähnt worden ist, in schwefligsaures Gas und Sauerstoffgas, durch Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, mehrere Metalle in der Wärme zu schwefliger Säure desoxydirt, indem sich jene oxydiren; (siehe bei der schwefligen Säure). Bei der gewöhnlichen Lufttemperatur wirkt die concentrirte Schwefels. nur auf wenige Metalle oxydirend und auflösend, dagegen erfolgt die Zersetzung bei Anwendung von Wärme leicht;

Platin, und die dasselbe begleitenden Metalle, Gold, Chrom, Cerer, Titan, Wolfram, Tantal werden nicht aufgelöst. Merkwürdig ist, daſs in guſseisernen Kesseln Silber und Gold durch kochende concentrirte Schwefels. geschieden werden kann, ohne daſs der Kessel dabei zerstört wird; ebenso kann Salz- und Salpetersäure in guſseisernen Retorten mit Hülfe von Schwefelsäure gewonnen werden, ohne daſs letztere dadurch stark angegriffen werden. Es wird nämlich in solchen Fällen die conc. Säure sich gegen das Eisen + el. verhalten, und dasselbe daher nicht oxydiren, selbst nicht, wenn die Säure an 30$^0_0$ Wasser enthält. (Vergleiche das bei der Salpetersäure und beim Affinirungsprozeſs des Silbers Gesagte.) Die concentrirte Schwefels. entmischt sowohl ohne Mitwirkung, als ganz besonders unter Mitwirkung der Wärme, die mehrsten organischen Körper, entzieht ihnen Sauer- und Wasserstoff im Verhältniſs der Wasserbildung, wodurch der Kohlenstoff vorwaltend wird, und die Säure sich schwärzt. Conc. Schwefels. löst Indigo ohne Zerstörung bei der gewöhnlichen Temperatur auf; hiezu taugt ganz vornämlich das Vitriolöl wegen seines Gehalts an wasserfreier Säure, es kann auch von Salpetersäure freie nicht rauchende Säure, wenn sie völlig concentrirt ist, angewendet werden, es ist aber eine gröſsere Menge derselben erforderlich.

Die Schwefelsäure findet eine ausnehmend groſse Anwendung, sie wird in sehr vielen Fällen, die hier nicht alle aufgezählt werden können, gebraucht; z. B. zur Darstellung der Salz-, Salpeter-, Phosphor-, Bor-, Essig- und anderer Säuren, zur Fabrikation des Glaubersalzes, des Alauns, des reinen Kupfer-, Zink-, Eisenvitriols, des Chlors, Schwefeläthers, zum Bleichen der Leinwand, Kattune, (Sauerbad), in der Färberei, Kattundruckerei, zur Bereitung des Stärkezuckers, zum Härten des Talgs, zum Beitzen der Metalle, des Guſseisens um die Guſskrusten abzulösen, des Messings, des Eisenblechs zur Fabrikation von Weiſsblech etc.

Die Schwefelsäure giebt mit Basen s c h w e f e l s a u r e S a l z e, *Sulfates,* welche, wie die Säure, die Barytsalze niederschlagen, der weiſse Niederschlag, schwefels. Baryt, ist in Salpetersäure unauflöslich; die neutralen Salze sind bald, wie die sauren, in Wasser löslich, bald, wie die basischen, unauflöslich. Schwefelsaure Metallsalze nannte man sonst V i t r i o l e. Die Schwefelsäure wird auf trocknem Weg durch die Phosphor-, noch mehr von der Boraxsäure aus ihren Salzen ausgetrieben, weil diese, namentlich die Boraxsäure, feuerbeständig sind; auf nassem Weg ist es umgekehrt. In der Hitze entweicht die Schwefelsäure aus einigen Salzen bald unzersetzt, wenn die zur Austreibung erforderliche Wärme eine mäſsige ist, worauf die Gewinnung des Vitriolöls aus Eisenvitriol sich gründet, bald unter Zersetzung in Sauerstoff- und schwefligs. Gas, wenn ein

Digitized by Google

hoher Grad von Hitze erforderlich ist. Die schwefelsauren Salze werden durch Wasserstoff, Kohlenstoff in der Hitze reducirt, wodurch Schwefelmetalle erzeugt werden.

Ueber Schwefelsäure siehe das D. t. Artikel „*Acide sulphurique*;" P. ch. E. Vol. I. p. 465. — D. p. J. Bd. 9. S. 187. Bd. 12. S. 89. Bd. 16. S. 88. Bd. 20. S. 66., 377. Bd. 21. S. 510. — *Pelletan* in den Br. d'i. Tom. 8. p. 367. — *Clément* das. Tom. 12. p. 92. — *Kuhlmann* in E. J. Bd. 3. S. 208. — *Payen* u. *Cartier* das. S. 208. — *Waltl* das. Bd. 18. S. 40, 129. — *Dana* das. S. 154.

Unter den Schwefelsäurefabriken im preuſs. Staat verdienen, wegen ihrer Gröſse, Erwähnung: die chemische Fabrik in Oranienburg von *Hempel* & Co., in Caſslerfeld, Kreis Duisburg, von *Curtius*; in Köpnick bei Berlin, *Krüger*; in Schönebeck bei Magdeburg, *Herrmann*; in Bonn, Linz u. a. a. O.

Der Schwefel verbindet sich mit Wasserstoff in zwei Verhältnissen, theils zu einem Gas, theils zu einer tropfbaren Flüssigkeit.

1) Schwefelwasserstoffgas, Hydrothionsäure, *Gaz Hydrogène sulfuré, Gaz hydrosulfurique, (Acide h.), Sulphuretted Hydrogen Gas, (Hydrothionic acid)*, hepatische Luft, (Schwefelleberluft), (HS), von *Scheele* 1772 entdeckt, kommt in der Natur an Wasser und Schwefelbasen gebunden in den Schwefelquellen vor, *Eaux minérals sulfureuses, Sulphureous waters*, z. B. zu Aachen, Baden bei Wien, Nenndorf, Warmbrunn, Barèges und Plombières in Frankreich; es erzeugt sich bei der Fäulniſs thierischer Stoffe, der Exkremente in den Kloaken.

Man entwickelt dieses Gas am besten aus Schwefeleisen und verdünnter Schwefelsäure; man schüttet ersteres gepulvert in eine Entbindungsflasche (Tafel. I. Fig. 11.), und gieſst durch den Trichter mit 2 bis 3 Theilen Wasser verdünnte Säure nach.

	Schwefeleisen (FeS)	
Schwefelwasserstoffgas (HS)	Schwefel + Eisen	Eisenoxydul (Fe)
	Wasserst. + Sauerst.	
	Wasser (H)	

Durch die Einwirkung des Schwefeleisens auf das Wasser unter Vermittelung der Schwefelsäure erfolgt eine gegenseitige Zerlegung, Eisenoxydul bildet sich, welches mit der Säure sich vereint, und Schwefelwasserstoffgas wird frei. Soll das Gas rein sein, so muſs es durch Wasser geleitet werden, wodurch die etwa mit fortgeriſsne Säure entfernt wird. (Man kann sich auch der Schwefellebern zur Entbindung von Schwefelwasserstoffgas bedienen.)

Das Schwefelwasserstoffgas ist farblos, riecht und schmeckt nach faulen Eiern, zugleich säuerlich, specifisches Gewicht 1,1912, 100 Kubikzoll wiegen 0,1888 Loth, 1 Kubikfuſs 3,2537 Loth, Lichtbrechungsvermögen 2,187; es reagirt sauer, ein feuchtes Lackmuspapier wird geröthet, aber nach und nach grauweiſs, indem sich

Schwefel darauf absetzt. Es ist brennbar und verbrennt, indem es 1½ Volum Sauerstoffgas verzehrt, mit blafsblauer Flamme, Produkt 1 Volum schwefligsaures Gas und etwas Wasser; gewöhnlich bleibt, wenn man es an der Luft anzündet, ein wenig Schwefel unverbrannt zurück. Es ist zum Athmen untauglich: nach angestellten Versuchen stirbt ein Hund in Luft, die nur $\frac{1}{800}$, ein Pferd in Luft, welche $\frac{1}{200}$ Schwefelwasserstoffgas enthält, binnen Kurzem, weshalb Vorsicht nöthig ist. Es wird durch vermehrten Druck und Kälte zu einer tropfbaren sehr flüchtigen Flüssigkeit kondensirt, deren specifisches Gewicht ungefähr 0,9 ist. Das hydrothionsaure Gas besteht aus: 94,155 Schwefel und 5,845 Wasserst., oder aus 1 Vol. Schwefeldampf und 2 Vol. Wasserstoffgas, es wird durch Glühhitze, durch elektrische Funken, in die Bestandtheile zerlegt, Schwefel scheidet sich ab. Wird dieses Gas mit Sauerstoffgas, beide völlig wasserfrei, vermischt, so erfolgt keine Wechselwirkung, so wie aber Wasserdampf vorhanden ist, bildet sich aus dem Wasserstoff- und Sauerstoffgas Wasser, und Schwefel scheidet sich ab; dieses erfolgt daher auch wenn Schwefelwasserstoffgas mit atmosphärischer Luft in Berührung tritt, oder wenn Schwefelwasser an der Luft stehen. Der sich hiebei aussondernde Schwefel, Schwefelschlamm, ist fein zertheilt, der Schwefelmilch analog (siehe oben Seite 150). Schwefligsaures Gas zersetzt das hydrothionsaure Gas, es entsteht Wasser und Schwefel setzt sich ab; dasselbe ist ganz besonders mit Chlorgas der Fall, welches damit in Berührung gebracht salzsaures Gas in dicken weifsen Dämpfen bildet, während Schwefelmilch niederfällt. Es giebt kein besseres Mittel, das Schwefelwasserstoffgas zu zersetzen und dadurch unschädlich zu machen, als Chlorgas.

Man bedient sich des letztern um die mephitische Luft, die sich aus Abtritten, Kloaken entbindet und Schwefelwasserstoffgas enthält, zu entmischen, um das Leben und die Gesundheit der Schleusenräumer zu sichern; man schüttet in Wasser aufgelösten Chlorkalk in den stinkenden Pfuhl der Abtritte, wonach jene Leute ohne alle Gefahr ihr Geschäft verrichten können. Ueberhaupt ist in allen Fällen, wo sich Schwefelwasserstoffgas in Menge, auch andere stinkende Gasarten erzeugen, Chlorkalk zu empfehlen; (vergleiche die Artikel „Chlor und Chlorkalk." G. A. Bd. 21. S. 468. — D. p. J. Bd. 22. S. 456

Durch Salpetersäure, namentlich rauchende, wird das Schwefelwasserstoffgas mächtig zersetzt, es erzeugt sich unter grofser Erhitzung Wasser und salpetrigsaurer Dampf, Schwefel wird abgeschieden; die Zersetzung ist in verschlofsnen Gefäfsen mit einer Explosion und Feuererscheinung verknüpft. Wasser nimmt bei 11° 3 Volum des Gases auf; um Schwefelwasserstoffwasser darzustellen, bedient man sich eines *Woulf*'schen Apparats, in wel-

chen man ausgekochtes destillirtes Wasser füllt. Dasselbe hat den charakteristischen Geruch und Geschmack, röthet Lackmuspapier; es muſs in wohl verschloſsnen Gefäſsen an kühlen Orten aufbewahrt werden, denn es verliert in der Wärme das Gas. Alkohol nimmt 6 Volum Schwefelwasserstoffgas auf.

Ausgezeichnet ist das Verhalten des Schwefelwasserstoffgases gegen Metalloxyde und Metallsalze; beinahe alle Metalloxyde werden, wenn sie mit diesem Gas in Wechselwirkung treten, zersetzt. Erhitzt man nämlich die Oxyde und treibt das Gas über sie hinweg, oder leitet man das Gas in Auflösungen von Metallsalzen, so erzeugen sich Schwefelmetalle und Wasser, indem die Metalloxyde ihren Sauerstoff an den Wasserstoff des Gases abtreten, die Metalle aber mit dem Schwefel sich verbinden. Chrom- und Ceroxyd, Titansäure machen hievon eine Ausnahme. Diese merkwürdige Zersetzung wird bei einigen, als bei Eisenoxydul und Oxyd, Manganoxydul und Oxyd, Kobalt- und Zinkoxyd durch Vorhandensein einer freien Säure, als z. B. Salzsäure gehindert, bei andern dagegen nicht. Die erzeugten Schwefelmetalle sind von verschiedner Farbe, so z. B. der Niederschlag aus Zinksalzen weiſs, aus Kadmiumsalzen und von arseniger und Arseniksäure, Zinnoxydsalzen gelb, von Spieſsglanzsalzen dunkelpomeranzenfarben, von Manganoxydulsalzen fleischfarbig, von Zinnoxydulsalzen chocoladenbraun, von Kupfer-, Eisen-, Wismuth-, Quecksilber-, Bleisalzen schwarz oder bräunlichschwarz. Die Empfindlichkeit einer Blei- oder Silberauflösung für Hydrothionsäure ist so groſs, daſs die geringste Menge jenes Gases eine Trübung und Färbung bedingt. Eben deshalb läuft auch Silbergeräth an, wenn es mit jenem Gas in Berührung kommt, es wird gelbbraun, bedeckt sich mit einem Häutchen von Schwefelsilber.

Man bedient sich dieser Gasart als eines Entdeckungsmittels für Metalle; man leitet dasselbe in eine zu untersuchende Auflösung, die man mit Salzsäure angesäuert hat, (man gebraucht in gewissen Fällen statt des Gases das hydrothions. Schwefelammonium) und beobachtet den Erfolg; entsteht kein Niederschlag, so probt man eine völlig neutralisirte Auflösung mit hydrothions. Schwefelammonium u. s. w. — Die sogenannte *Hahnemann*'sche Weinprobe ist ein mit Weinsteinsäure versetztes Schwefelwasserstoffwasser; man wendete sie ehemals an, um eine Bleiverfälschung im Wein zu entdecken. Weinsteinsäure wurde deshalb zugesetzt, weil sie die Fällung des Eisens durch die Hydrothionsäure verhindert, vergl. oben. — Schwefelwasserstoffwasser ein Entdeckungsmittel für schweflige Säure, Schwefel fällt nieder.

Man hat sich des Schwefelwasserstoffwassers in der Kattundruckerei, Seidenfärberei um mittelst Kadmiumsalz oder arseniger Säure Gelb auf dem Zeug zu entwickeln, versuchsweise bedient; die Zeuge werden mit jenen Substanzen bedruckt oder angebeitzt, sodann durch Schwefelwasserstoffwasser

genommen. — *Thénard* hat Schwefelwasserstoffgas als ein Mittel gegen Ratten empfohlen, man soll es in die Löcher leiten! E. J. Bd. 15. S. 81.

Die Hydrothionsäure ist eine Säure von geringer Mächtigkeit, sie wird von allen andern Säuren entbunden; sie giebt mit den Basen keine unmittelbaren Verbindungen oder Salze, sondern die sogenannten hydrothionsauren Salze, *Hydrosulfates,* sind theils Verbindungen der Hydrothionsäure mit + elektr. Schwefelmetallen, welche farblos, krystallisirbar sind, scharf und bitter schmecken, an der Luft, durchs Erwärmen, durch alle oxydirende Körper zersetzt werden, theils einfache Schwefelmetalle.

2) Eine zweite Verbindnng ist der flüssige Schwefelwasserstoff, welchen man erhält, wenn eine concentrirte Auflösung von höchst geschwefeltem Schwefelkalium (KS_5) in verdünnte Salzsäure geschüttet wird, wodurch sich der Schwefel mit dem Wasserstoff der Salzsäure verbindet. Eine ölartige, gelbliche Flüssigkeit, spec. Gewicht 1,77, riecht eigenthümlich nnangenehm, zersetzt sich nach nnd nach von selbst in entweichendes Schwefelwasserstoffgas und Schwefel, schnell beim Erwärmen zwischen 60 und 70°; die Zusammensetzung ist noch nicht erforscht.

Schwefelkohlenstoff, *Sulfure de Carbone*, *Sulphuret of Carbon*, Schwefelalkohol, (CS), von *Lampadius* 1796 entdeckt, wird gewonnen, wenn man Schwefeldampf über glühende Kohlen durch eine Röhre leitet, (oder Schwefelkies, Schwefelspieſsglanz mit Kohle gemischt destillirt); die angelegte Vorlage muſs stark abgekühlt werden. Die gewonnene Flüssigkeit wird von aufgelöstem überschüssigen Schwefel durch vorsichtige Rektifikation gereinigt.

Eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, von durchdringendem, übeln Geruch, schmeckt scharf, brennend, specif. Gewicht 1,272, kocht bei 42 bis 45°, der Dampf hat ein specif. Gewicht von 2,67, Lichtbrechungsvermögen desselben 5,11; sie ist noch nicht znm Erstarren gebracht worden, erregt durch sehr kräftiges Verdampfen groſse Kälte, so daſs man dadurch unter der Luftpumpe Quecksilber zum Gefrieren bringen kann. Der Schwefelkohlenstoff ist sehr brennbar, entzündet sich schon aus der Ferne, wenn man einen brennenden Körper nähert, brennt mit blauer Flamme nnd entwickelt dabei viel Hitze; die Bestandtheile sind: 84,03 Schwefel nnd 15,97 Kohlenst. Er löst sich nicht in Wasser, aber in Alkohol, Aether, Oelen auf, löst Schwefel nnd Phosphor, welche durch Znsatz von Alkohol und Aether ausgeschieden werden. In der Hitze tritt der Dampf des Schwefelkohlenstoffs seinen Schwefel an die Metalle ab, und der Kohlenstoff scheidet sich aus; Metalloxyde werden gleichfalls zerlegt, kohlensaures nnd schwefligsaures Gas entweichen und geschwefelte Metalle bleiben zurück. Hierdurch hat man in der neuesten Zeit manche Metalle geschwefelt, welche man sonst nicht mit Schwefel verbinden konnte, (Titan, Cerer, Chrom etc.). Schwefelkohlenstoff verbindet sich mit Schwefelmetallen.

Man hat sich des Schwefelkohlenstoffs neuerdings bedient, um apla-

natische Linsengläser für Fernröhre damit zu füllen; *Lampadius* hat ihn als Auflösungsmittel für Bernstein, Mastix, Caoutchouc empfohlen.

Kohlenschwefelwasserstoffsäure, Xanthogensäure, *Acide hydroxanthique*, *Hydroxanthic acid*, von *Zeise* 1821 entdeckt, eine farblose, durchsichtige, ölartige Flüssigkeit, schwerer als Wasser, schmeckt etwas sauer, brennend, zersetzt sich leicht und besteht aus: 30,9 Schwefelwasserst. und 69,1 Schwfkohlenst., verbindet sich mit den Basen nicht direkt, sondern giebt, unter Wasserbildung, ein Schwefelkohlenstoff-Schwefelmetall.

Fünftes Kapitel.

Vom Selen.

Das Selen *), *Séléne*, *Selen*, (Se), wurde 1817 von *Berzelius* entdeckt, findet sich sparsam in der Natur, an verschiedne Metalle, als an Blei, Kupfer, Kobalt, Quecksilber gebunden, am Harz zu Tilkerode, an Kupfer und Silber (Eukairit) ehemals in Schweden, an Tellur und Wiſsmuth in Norwegen, wahrscheinlich mit Tellur und Gold in Siebenbürgen, in manchem Kupfer- und Eisenkies, mit Schwefel in den vulkanischen Produkten der liparischen Inseln. Auſserdem hat man auch Selen in mancher Sorte Vitriolöl und Schwefelsäure gefunden, indem zur Darstellung des Vitriolöls ein aus selenhaltigem Eisenkies gefertigter Vitriol und zur englischen Schwefelsäure ein selenhaltiger Schwefel angewendet worden war. Bei dieser Fabrikation scheidet sich ein ziegelrother Schwefelschlamm am Boden der Bleikammern ab, in welchem Selen mit Schwefel und mehrern Metallen verbunden vorkommt.

Die Darstellung desselben aus diesem Gemisch ist sehr weitläuftig und umständlich, beruht darauf, daſs man durchs Auflösen in Goldscheidewasser den Schwefel zu entfernen sucht, dann durch Schwefelwasserstoffgas einige Metalle fällt, das Selen zu seleniger Säure oxydirt, an Kali bindet, wodurch wieder Metalloxyde sich abscheiden, und das selenigs. Salz mittelst Salmiak in der Hitze zersetzt, wobei sich durch gegenseitige Zersetzung der selenigen Säure und des Ammoniaks Wasser bildet, Stickstoffgas entbindet und Selen aufsublimirt. Aus dem selenhaltigen Schwefel kann man es dadurch abscheiden, daſs man denselben in Kalilauge auflöst, die Lösung bei gelinder Wärme digerirt, wobei sich Selen als ein grauschwarzes Pulver abscheidet, zuletzt auch Schwefel. Aus dem Selenblei kann man durch Oxydation mit Salpetersäure und Abscheiden mit schwefels. Natron selenigs. Natron, und aus diesem Selen erhalten.

Das Selen erscheint nach dem Schmelzen und langsamen Erkalten bleigrau, die Oberfläche spiegelnd, nach raschem Erkalten rothbraun, metallglänzend; es ist nicht hart, aber zerbrechlich, scheint nicht besonders ausgezeichnete Neigung zum Krystallisiren zu besitzen. Das

*) Von *Selene*, der Mond.

Selenpulver ist dunkelroth, in dünnen Schichten durchsichtig, rubinroth, specifisches Gewicht 4,30 bis 32. Selen wird bei 80° weich, bei 100° halbflüssig, schmilzt bei einer wenig stärkern Erwärmung, bildet in verschloſsnen Gefäſsen dunkelgelbe Dämpfe, die sich zu schwarzen Tropfen kondensiren, und an der Luft ein zinnoberrothes Pulver bilden; es leitet weder Wärme noch Elektricität, wird jedoch durchs Reihen — elektrisch; löst sich in Schwefelsäure, in fetten, nicht in ätherischen Oelen auf, läſst sich mit Wachs zusammenschmelzen.

Selen verbindet sich mit Sauerstoff in 3 Verhältnissen:

1) Selenoxyd, *Oxide de Sélène*, *Oxide of Selen*, durchs Erhitzen an der Luft, namentlich in Berührung mit einem brennenden Körper, dessen Flamme es am Saum azurblau färbt, erhalten; ein farbloses, nach verfaultem Rettig riechendes Gas, welches vom Wasser wenig verschluckt wird.

2) Selenige Säure, *Acide sélénieux*, *Selenious acid*, ($\ddot{Se}$), wird durchs Verbrennen im Sauerstoffgas, durchs Auflösen in Goldscheidewasser erhalten.

Sie krystallisirt durch Sublimation in langen, farblosen, vierseitigen Nadeln, verdampft etwas leichter als Schwefelsäure kocht, und bildet einen grünlichgelben Dampf, sie schmeckt sauer, hintennach brennend, besteht aus: 71,22 Selen, und 28,78 Sauerst., zieht Wasser aus der Luft an und zerflieſst, löst sich leicht in Wasser auf, und krystallisirt aus der Auflösung als Hydrat in farblosen langen Säulen; auch in Alkohol ist sie leicht auflöslich. Durch Hydrothionsäure wird dieselbe in Schwefelselen, durch schweflige Säure zu Selen reducirt, indem sich Schwefelsäure erzeugt; man wendet hiezu am schicklichsten schwefligs. Ammoniak an. Die selenigsauren Salze, *Sélénites*, der Alkalien sind entweder alkalisch, oder sauer reagirend, die der Erden und Metalloxyde sehr schwer löslich.

3) Selensäure, *Acide sélénique*, *Selenic acid*, ($\dddot{Se}$) wird durchs Schmelzen von seleniger Säure oder Selenmetall (Selenblei) mit Salpeter, salpeters. Kali oder Natron erzeugt, und mittelst eines Bleisalzes und Schwefelwasserstoffgas ausgeschieden.

Eine wasserhaltende farblose Flüssigkeit, specifisches Gewicht bei 165° 2,524, erträgt eine Erhitzung bis auf 280° ohne Zersetzung, wird aber schon bei 290° in selenige Säure und Sauerstoffgas entmischt; sie erhitzt sich mit Wasser in Berührung, wie Schwefelsäure, besteht aus 62,32 Selen und 37,68 Sauerst., wird durch hydrothionsaures Gas nicht, aber durch Salzsäure in selenige Säure und Chlor entmischt, welches Gemisch Gold und Platin auflöst; auch die unvermischte Selensäure löst Gold, aber nicht Platin auf. Sie hat zu den Basen geringere Verwandtschaft, als Schwefelsäure, die selensauren Salze, *Séléniates*, sind den schwefels. Salzen sehr analog, (isomorph).

Selenwasserstoffgas, Hydroselensäure, *Gas Hydrogène sélénié*, *Acide hydrosélénique*, *Selenietted hydrogen*, *Hydroselenic acid*, (HSe) wird mittelst Selenkalium und Wasser, oder Seleneisen und verdünnter Salzsäure dargestellt.

Es ist farblos, riecht wie Schwefelwasserstoffgas und bringt in der

Digitized by Google

kleinsten Menge eine gänzliche Empfindungslosigkeit des Geruchsorgans hervor, Schmerzen in der Nase, Luftröhre, Augen, Husten, reagirt sauer, und besteht aus: 97,54 Selen und 2,46 Wasserst., ist brennbar, wird vom Wasser reichlich verschluckt, welches dadurch Geruch und Geschmack erhält; dasselbe ist farblos, wird aber, gleich dem Schwefelwasserstoffwasser, an der Luft zersetzt, indem sich Selen in rothen Flocken abscheidet, es färbt die Haut bleibend rothbraun. Metalloxyde und Salze werden von Selenwasserstoffgas, gleich der Hydrothionsäure, präcipitirt, die Niederschläge sind Selenmetalle, die mehresten sind schwarz oder dunkelbraun, einige fleischroth (von Zink, Mangan), nehmen durchs Reiben Metallglanz an. Die Hydroselensäure giebt keine unmittelbaren Verbindungen mit den Alkalien und Erden, sondern die hydroselensauren Salze, *Hydroséléniates*, bestehen aus Selenmetallen und Selenwasserstoff.

Schwefel und Selen verbinden sich in allen Verhältnissen mit einander; 1 $\frac{0}{0}$ Schwefel macht die Farbe des Selens heller roth, 1 $\frac{0}{0}$ Selen giebt dem Schwefel eine Orangefarbe.

Sechstes Kapitel

Vom Phosphor.

Phosphor *), *Phosphore, Phosphorus*, (P), kommt oxydirt als Phosphorsäure im Mineral-, Pflanzen- und besonders im Thierreich vor, nicht im isolirten Zustand. Er wurde 1669 von *Brandt* entdeckt, 1674 von *Kunckel* gleichfalls dargestellt, aber die Gewinnungsart geheim gehalten, bis 1737 dieselbe bekannt gemacht wurde. Man bediente sich früher zur Darstellung des Urins, daher der Name Harnphosphor; man dunstete gefaulten Urin zur Trockne ein, und destillirte den Rückstand bei heftiger Hitze. Dadurch wurden die in demselben enthaltnen phosphorsauren Salze (phosphors. Ammoniak, Natron, Kalk) vermittelst des Kohlen- und Wasserstoffs der anderweitigen Bestandtheile des Urins reducirt, und der Phosphor abgeschieden. Diese Methode giebt jedoch wenig Ausbeute, und der Phosphor war sehr theuer und selten, bis *Scheele* und *Gahn* 1769 ein Verfahren lehrten, wodurch er wohlfeiler dargestellt werden kann, welches bis jetzt befolgt wird.

Man nimmt den aus den Knochen dargestellten übersauren phosphors. Kalk, (rohe Phosphorsäure, Knochenphosphors.), welche hiezu gerade am geeignetsten ist, weil sie sich in der Hitze nicht, wie es reine Phosphorsäure thun würde, verflüchtigt. Man vermischt sie noch flüssig mit so viel Kohlenpulver, daſs nach dem Ein-

*) d. h. Lichtträger.

Eintrocknen des Gemengs auf 3 Theile der Säure 1 Theil kommt, und setzt das Austrocknen bis zum Dunkelrothglühen fort. Sodann wird die Masse in feuerfeste irdne Retorten gethan, welche mit einer Auflösung von Borax und Kalk bestrichen, darauf scharf getrocknet worden sind, und diese in einen Windofen mit Kuppel eingelegt. Man befestigt an den Hals der Retorte ein weites kupfernes, gekrümmtes Rohr, welches in ein Gefäfs voll Wasser einige Linien tief eintaucht, so dafs dasselbe die Mündung sperrt, und giebt sehr allmälig steigende Hitze bis zum heftigen Rothglühen, welche so lange unterhalten wird, als Phosphor überdestillirt, welcher sich in Wasser zu einer wachsähnlichen Masse kondensirt. Die Kohle zerlegt nämlich den übersauren phosphors. Kalk, es wird kohlensaures Gas erzeugt, welches entweicht, und Phosphor geht in Dämpfen über, die im kupfernen Rohr tropfbar werden; gegen das Ende des Prozesses entbindet sich eine brennbare, phosphorhaltige Gasart, welche man für eine Verbindung des Phosphors mit Kohlenoxydgas hält. In der Retorte bleibt neutraler phosphors. Kalk zurück. Der überdestillirte unreine Phosphor wird zerschnitten, die Stückchen werden in Glastrichter gelegt, die an die obern Enden von Glasröhren angeblasen sind, in denen man den Phosphor in Stängelchen formt; das untere Ende der Röhren ist verkorkt. Man taucht die Röhren unter heifses Wasser; der schmelzende Phosphor füllt die Röhre an, und das fremdartige, leichte, schwimmt oben auf. Nach dem Erkalten schiebt man die erstarrten Stangen heraus, schneidet das unreine ab, zerschneidet dieselben in kurze Stücke, und hebt sie in starken Glasflaschen unter ausgekochtem Wasser auf, so dafs die Flaschen gänzlich mit Wasser gefüllt sind. Diese Gefäfse müssen an kühlen und dunkeln Orten aufbewahrt werden, weil der Phosphor am Licht roth wird. Das obere verunreinigte Stück wird unter heifsem Wasser geschmolzen und durch sämischgahres Leder geprefst. (Den mehresten Phosphor liefern französische Fabriken; nicht selten ist er arsenikhaltend.)

Wöhler hat eine andere Darstellungsart des Ph. vorgeschlagen, man soll gebrannte Knochen, welche hauptsächlich phosphors. Kalk enthalten, mit Sand (Kieselerde) und Kohle glühen; dabei entwickelt sich viel phosphorhaltendes Kohlenoxydgas, welches sich selbst entzündet. P. A. Bd. 17. S. 178.

Der Phosphor hat eine blafsgelbe Farbe, ist durchscheinend, in der Kälte spröde, bei der mittlern Lufttemperatur weich, biegsam wie Wachs, krystallisirt aus Auflösungen oder Verbindungen mit Schwefel sich abscheidend in Rhomben-Dodekaëdern, specifisches Gewicht 1,77. Er stöfst an der Luft liegend weifse, dem Arsenikdampf ähnlich riechende, im Finstern leuchtende (phos-

phorescirende) Dämpfe aus, indem er sich langsam oxydirt und phosphorige Säure bildet; daher muſs man den Phosphor stets unter Wasser aufbewahren, damit er nicht mit der Luft in Berührung kommen kann, um so mehr als, wenn mehrere Stängelchen mit einander in Berührung stehen, die bei der Oxydation frei werdende Wärme sich so steigert, daſs der Phosphor in Flamme ausbricht, und Feuersgefahr entsteht. Er schmilzt bei 35° in verschloſsnen Gefäſsen, giebt eine farblose, ölartige Flüssigkeit, fängt bei 103° an sich stark zu verflüchtigen, kocht bei 290°; gieſst man geschmolznen Phosphor in eiskaltes Wasser, so wird er schwarz, nimmt aber seine vorige Farbe wieder an, wenn er umgeschmolzen langsam erkaltet. Er schmeckt scharf, widrig, wirkt giftig, wird vom Licht, selbst im luftleeren Raum, im Stickgas, geröthet, besonders schnell durch violettes Licht, ohne Veränderung im specifischen Gewicht; mit Baumwolle in Berührung, noch mehr mit Harzpulver bestreut auf Baumwolle gelegt, entzündet sich der Phosphor im luftverdünnten Raum und brennt mit groſser Flamme, nicht in Luft von der gewöhnlichen Dichte bei gleicher mittler Temperatur; erwärmt man denselben bis 75°, so fängt er Feuer, verbrennt mit einer sehr hellen, weiſsen Flamme, und stöſst einen dicken, weiſsen Rauch aus, Phosphorsäure.

Man verfertigt auf verschiedne Art Phosphorfeuerzeuge, *briquets phosphoriques*, *phosphoric match-boxes*, welche jedoch gefährlich sein können, wenn sie nicht sehr sorgfältig behandelt werden. Man thut etwas Phosphor in ein irdnes Fläschchen mit gut eingeriebnem Stöpsel und engem Hals, läſst den Phosphor in dem unverstopften Fläschchen schmelzen, brennen bis die Flamme verlöscht, dann verstopft man dasselbe. Berührt man dann mit einem Schwefelhölzchen die Masse, so entzündet es sich, besonders wenn man das Hölzchen etwas anhaucht. Die im Fläschchen enthaltne Substanz besteht aus wasserfreier phosphoriger Säure, Phosphoroxyd und unverbranntem Phosphor; so wie sie mit der Luft und dem Schwefel in Berührung kommt, zieht die erstere Wasser an, und Sauerstoff aus der Luft, wodurch viel Wärme frei und der Schwefel entzündet wird. Deshalb muſs das Fläschchen völlig luftdicht verschlossen, der Pfropf mit Talg bestrichen sein. Ein anderes Gemisch zu Ph.feuerzeugen hat *Bendix* angegeben: man mengt 1 Theil trockne Korkfeilspähne, 1 Th. gelbes Wachs, 8 Th. Steinöl, 4 Th. Phosphor bei einer Temperatur, bei welcher letzter geschmolzen ist, und setzt das Mengen fort, bis letzter wieder erstarrt ist. Dieses Gemeng entzündet sich, wenn man mit einem Schwefelhölzchen etwas davon herausnimmt. — S. J. d. Ch. Bd. 30. S. 129. — Phosphor mit Mehlbrei in Pillen geformt ist ein Mittel Mäuse und Ratten zu vertreiben.

Phosphor löst sich nicht in Wasser auf, aber ein wenig in Aether, in Alkohol, je reiner beide sind, desto mehr, in fetten Oelen; diese Auflösungen leuchten an der Luft im Dunkeln, wel-

ches jedoch bei den letzten durch Zusatz von einer kleinen Quantität einiger ätherischer Oele (Terpenthin-, Bernsteinöl etc.) verhindert werden kann. Auch ätherische Oele lösen denselben, so wie Schwefelkohlenstoff, auf; aus den Auflösungen wird durchs Licht rother Phosphor ausgeschieden.

Der Phosphor verbindet sich mit Sauerstoff in 5 verschiednen Verhältnissen.

1) Weiſses Phosphoroxyd, *Oxide de Phosphore blanc*, *white Oxyd of Ph.*, erhält man durch Aufbewahren des Phosphors in lufthaltigem Wasser, es überzieht sich die ganze Oberfläche desselben mit einer weiſsen Rinde, die sich nach dem Abschaben wieder erzeugt. Es ist geschmacklos, riecht Phosphor ähnlich, schmilzt nnd entzündet sich; nach *Pelouze* soll es Ph.hydrat sein, nach *Rose* dagegen ist dies nicht der Fall.

2) Rothes Phosphoroxyd, *Oxide de Phosphore rouge*, *red Oxyd of Ph.*, (P_3O), bleibt nach jedem Verbrennen des Phosphors zurück, und kann auch dadurch erhalten werden, daſs man in heiſsem Wasser Ph. schmelzt, und Sauerstoffgas durch eine feine Röhre auf denselben bläst, wodurch er selbst unter Wasser verbrennt, es bildet sich rothes Oxyd und Phosphorsäure, ersteres scheidet sich aus. Es hat im reinen Zustand eine zinnoberrothe Farbe, leuchtet nicht im Finstern, verbrennt bei 100° mit gelblicher Flamme, wird durch Salpetersäure entzündet, löst sich in den Auflösungsmitteln des Ph. auf.

3) Unterphosphorige Säure, *Acide hypophosphoreux*, *Hypophosphorous acid*, ($\dot{Ᵽ}$) von *Dulong* 1816 entdeckt; man bereitet sie mittelst Phosphorbarytium, welches man in Wasser auflöst, wodurch Phosphorwasserstoffgas sich entbindet, und unterphosphorigs. Baryt gelöst bleibt, diesen zersetzt man mittelst verdünnter Schwefelsäure.

Die Säure krystallisirt nicht, wird durch vorsichtiges Abdunsten syrupartig, ist farblos, schmeckt beiſsend, scharf, sauer, zersetzt sich beim Erhitzen in Phosphorwasserstoffgas nnd Phosphorsäure, besteht aus: 79,69 Phosphor nnd 20,31 Sauerst., giebt mit den Basen sehr leicht in Wasser lösliche unterphosphorigsaure Salze, *Hypophosphites*, welche sich an der Luft langsam höher oxydiren.

4) Phosphorige Säure, *Acide phosphoreux*, *Phosphorous acid*, ($\dddot{Ᵽ}$), von *Davy* 1816 entdeckt, wird wasserfrei erhalten, wenn man viel Phosphor in einer engen, wenig Luft enthaltenden, Röhro langsam verbrennen läſst, wodurch sich aus Mangel einer genugsamen Menge Sauerstoff der Phosphor nicht in Phosphorsäure, sondern nur in phosphorige Säure umwandelt. Oder man löst Phosphorchlorür in Wasser auf, wobei sich das Chlor mit Wasserstoff zu Salzsäure verbindet, welche durch gelinde Wärme entfernt wird, nnd der Phosphor mit Sauerstoff; die flüssige Säure kann durch vorsichtiges Abdunsten krystallisirt werden.

Die wasserfreie Säure ist ein weiſses, flockiges Pulver, welches ein groſses Volum besitzt, flüchtig ist, an der Luft sich entzündet, nnd zu Phosphorsäure verbrennt; die wasserhaltende krystallisirt in durchscheinenden Säulen, schmeckt sauer, zersetzt sich beim Erhitzen in Phos-

phorsäure nnd Phosphor, welcher letztere eine Wasserzersetzung bedingt, durch welche sich Phosphorwasserstoffgas und Phosphorsäure erzeugen. Sie oxydirt sich im flüssigen Zustand von selbst an der Luft, besteht aus: 56,67 Phosphor und 43,33 Sauerst., gehört zu den schwächsten Säuren; die phosphorigsauren Salze, *Phosphites*, sind theils in Wasser löslich, theils nicht, oxydiren sich nicht an der Luft bei der gewöhnlichen Temperatur.

Bringt man Phosphor an feuchte Luft, jedoch so, dafs sich die Stängelchen nicht unter einander berühren, so oxydirt er sich, nnd zieht zugleich Wasser an, es fliefst eine dicke, saure Flüssigkeit ab, ein Gemeng von phosphoriger und Phosphorsäure; man hielt dieses Gemisch früher für eine eigne Oxydationsstufe des Phosphors, und nannte sie Unterphosphorsänre, *Acide hypophosphorique* oder *A. phosphatique;* sie bildet jedoch keine eignen, sondern phosphorig- und phosphorsaure Salze.

5) Phosphorsäure, *Acide phosphorique*, *Phosphoric acid*, ($\ddot{P}$), wurde wohl schon gleichzeitig mit dem Phosphor entdeckt, 1712 von *Homberg* beschrieben. Sie kommt an verschiedne Basen gebunden im Mineralreich vor, als an Kalk, Thonerde, Yttererde, Eisen-, Blei-, Kupfer-, Uran-, Manganoxyd; im Pflanzenreich an Kali, Magnesia, Kalk; im Thierreich ganz besonders an Kalk, Magnesia, Natron, Ammoniak.

Man stellt dieselbe entweder durch Oxydation des Phosphors dar, oder durchs Abscheiden aus phosphorsauren Salzen.

a) Läfst man Ph. in Sauerstoffgas, oder in atmosphärischer Luft verbrennen, so entsteht ein dicker weifser Rauch, wasserfreie Phosphorsäure, welcher sich zu weifsen Flocken kondensirt, (siehe vorn Seite 77 beim Verbrennen) die rasch zerfliefsen.

b) Man schüttet stark verdünnte Salpetersänre in eine Retorte, trägt $\frac{1}{12}$ Phosphor in kleinen Stücken hinein, erwärmt dieselbe und legt eine Vorlage mit Sicherheitsröhre an; hierbei wird die Salpetersäure entmischt, sie tritt an den Phosphor Sauerstoff ab und Stickstoffoxydgas entweicht, welches an der Luft zu salpetriger Säure sich oxydirt. Es wird jedoch hierdurch nicht die ganze Säure zersetzt, sondern es destillirt ein Theil unverändert über, ein anderer kleinerer bleibt bei der erzeugten Phosphorsäure, und kann durch Abdampfen allein nicht abgeschieden werden. Um die gewonnene flüssige Säure zu reinigen, dampft man sie ein, schmelzt im glühenden Flufs, (in Platintiegeln, nicht in irdnen, weil sie dieselben angreift,) und giefst sie dann auf ein kaltes Metallblech aus, worauf sie zu einer durchsichtigen glasigen Masse gesteht, die sehr leicht zerfliefst. Auch die durch langsame Oxydation des Phosphors an der Luft erzeugte Säure (siehe Vorstehendes) kann durch Salpetersäure in Phosphorsäure umgewandelt werden.

c) Am wohlfeilsten gewinnt man, nach der Methode von *Scheele* und *Gahn*, die Phosphorsäure aus der Knochenerde, den kalcinirten Knochen, welche hauptsächlich aus phosphors. Kalk

bestehen. Will man eine zur Darstellung des Phosphors brauchbare, phosphors. Kalk enthaltende, Säure gewinnen, oder richtiger gesagt übersauren phosphors. Kalk, so digerirt man zwei Theile Knochenerde mit 1 Theil concentrirter Schwefelsäure und 8 Theilen Wasser in einem Kolben, in bleiernen oder kupfernen Kesseln bei gelinder Wärme, wodurch die Schwefelsäure sich mit dem gröſsten Theil der Kalkerde zu Gyps verbindet, übersaurer phosphors. Kalk im Wasser gelöst bleibt und durch Schwefelsäure nicht weiter zersetzt werden kann. Darauf wird das Flüssige abgegossen, der unauflösliche Rückstand gehörig abgespühlt, sämmtliche Flüssigkeiten vermischt abgedunstet, wobei eine Portion Gyps sich nach und nach abscheidet, welche durch Absetzen und Dekantiren entfernt wird.

Soll aus dem so gewonnenen übersauren phosphors. Kalk reine Phosphors. gewonnen werden, so setzt man essigs. Bleioxyd im Ueberschuſs zu, wodurch phosphors. Bleioxyd niederfällt, welches abgewaschen, scharf getrocknet mittelst verdünnter Schwefelsäure zerlegt wird. Sollte ja noch etwas Bleioxyd zurückgeblieben sein, so kann man dasselbe durchs Auflösen der syrupdicken Säure in Alkohol entfernen. Eine andere Reinigungsart geschieht mittelst kohlens. Ammoniak, wodurch kohlens. Kalk gefällt wird, und phosphors. Ammoniak aufgelöst bleibt. Wird darauf abgedampft und die trockne Masse geglüht, so entweicht Ammoniak und Phosphorsäure bleibt zurück.

Kölreuter über die Gewinnung der Phosphors. aus phosphors. Kalk mittelst salzs. Baryt, in D. p. J. Bd. 27. S. 140.

Die Phosphorsäure ist im wasserfreien Zustand eine weiſse, flockige Substanz, als Hydrat, $(\ddot{\overline{P}}_6\dot{\overline{H}}_5)$ nachdem man sie längere Zeit geschmolzen, und möglichst alles überflüssige Wasser entfernt hat, nach dem Erkalten eine farblose, durchsichtige, harte, glasartige Materie, welche 9,44$\frac{0}{0}$ Wasser enthält. Sie ist geruchlos, schmeckt sehr sauer, schmilzt in der Rothglühhitze, und wird noch unter der Weiſsglühhitze verflüchtigt; sie greift irdne Tiegel an, welche durchlöchert werden, es entsteht eine Kiesel- und Thonerde haltende schwer lösliche Säure. Phosphorsäure röthet Lackmuspapier stark, besteht aus: 44 Phosphor und 56 Sauerst., zieht sehr leicht Wasser aus der Luft an, wird feucht, zerflieſst, und bildet eine syrupdicke Flüssigkeit, löst sich in Wasser in jedem Verhältniſs auf, auch in Alkohol; aus einer sehr concentrirten wäſsrigen Auflösung schieſsen farblose säulenförmige Krystalle an, zweites Phosphorsäurehydrat.

Frisch geschmolzne Phosphors. zeigt, verglichen mit aufgelöster Phosphors., abweichende Eigenschaften, sie schlägt z. B. aus der Lösung von salpeters. Silberoxyd einen weiſsen Niederschlag

— neutrales phosphors. Silberoxyd —, während letztere einen blaſsgelben Niederschlag giebt — $\frac{3}{2}$ phosphors. Silberoxyd —; geschmolzne Phs. fällt Eiweiſs, was die aufgelöste nicht thut. Man hat deshalb erstere zum Unterschied Pyrophosphorsäure genannt.

Meiſsner hat eine Tabelle gegeben über die Prozente an trockner Säure, welche eine Auflösung von Phosphorsäure in Wasser enthält.

Specifisches Gewicht.	Säureproz. dem Gewicht nach.	Säureproz. dem Volum nach.
1,85	50	92,5
1,60	40	64
1,39	30	41,7
1,23	20	24,6
1,10	10	11.

Die Phosphorsäure gehört zu den stärksten Säuren, sie treibt auf trocknem Weg Salpeters. und Schwefels. aus ihren Salzen, weil sie feuerbeständiger ist, als jene, aber nicht auf nassem, wo sie durch die genannten Säuren und Salzsäure ausgeschieden wird. Durch Kohle wird sie in der Hitze reducirt, Phosphor frei gemacht; hierauf beruht die Darstellung des Phosphors. Deshalb ist groſse Vorsicht nöthig, wenn man Phosphorsäure und phorphors. Salze in Platingeräthen glüht, damit nicht ein kleines Stück Kohle hinein falle, wodurch sich Phosphorplatin erzeugt, welches leicht schmilzt und eine Durchlöcherung des Geräths zur Folge hat. Phosphors. findet kaum eine technische Anwendung; man hat sie empfohlen, um auf Stein gravirte Zeichnungen wegzuätzen.

Die phosphorsauren Salze, *Phosphates*, sind theils neutrale, theils basische, theils saure; die neutralen sind zum Theil löslich (die der Alkalien), theils unlöslich (die der Erden und übrigen Basen), die basischen unlöslich, die sauren löslich. Die phosphors. Salze schmelzen in der Hitze und geben beim Erkalten glasartige Massen, werden auch durch Kohle in der Glühhitze reducirt.

Phosphor verbindet sich mit Wasserstoff in einem Verhältniſs, allein die Verbindung hat verschiedne Eigenschaften, je nachdem sie dargestellt ist.

1) Selbst entbrennendes Phosphorwasserstoffgas, *Gas Hydrogène phosphoré*, *Phosphoretted Hydrogen*, (H_3P), von *Gingembre* 1783 entdeckt, wird erhalten, zugleich mit mehr oder weniger Wasserstoffgas und Phosphordämpfen, wenn man Phosphor mit Aetzkalilauge oder Kalkhydrat erhitzt, durchs Befeuchten des Phosphorcalciums, oder durchs Erhitzen mehrerer unterphosphorigs. Salze. Wenn man den Versuch mit Aetzlauge anstellt, so erhitzt man erst die mit Lauge angefüllte Retorte bis zum Sieden der letztern, und bringt dann durch den Tubulus ein Stückchen Phosphor schnell hinein. Die Retorte hat einen langen angeblasnen Hals (siehe Tafel I. Fig. 37.), welcher in eine Schüssel mit heiſsem Wasser eintaucht. Der Phosphor zerlegt mit Hülfe des Alkalis das

Wasser, es bildet sich phosphors. Kali nnd Phosphorwasserstoffgas; mit Kalkmilch statt Aetzlauge gelingt es oft nicht, mit erster dagegen stets.

Das Gas ist farblos, riecht sehr widrig, ähnlich dem Geruch verfaulender Fische, schmeckt ekelhaft, bitter, specifisches Gewicht 1,761 *Dumas*, 1,1846 *Rose*, entzündet sich von selbst so wie es mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, selbst noch bei — 38°, brennt unter einem kleinen Puff Blase für Blase mit heller Flamme, wie Phosphor; es steigt ein weifser, sich beim Emporschweben immer mehr erweiternder, Nebelring auf (Phosphórsäuredampf). Es ist nicht athmenbar, reagirt nicht sauer, setzt am Licht rothen Phosphor ab, wird durch Rothglühhitze zerlegt, vom Wasser sehr wenig absorbirt, schlägt mehrere Metallauflösungen regulinisch nieder, andere als Phosphormetalle; Ammoniakflüssigkeit absorbirt viel von diesem Gas. Die Bestandtheile sind: 91,28 Phosphor und 8,72 Wasserst.

2) Wenn man concentrirte wasserhaltende phosphorige nnd unterphosphorige Säure, sogenannte Unterphosphorsäure, oder neutrale phosphorigs. Salze erhitzt, so entbindet sich eine Gasart, welche sich nicht an der Luft entzündet, nnd im Gehalt an Phosphor variirt, je nachdem sie durch rasches oder langsames Erhitzen dargestellt wurde, erstere ist reicher an Ph. als letztere. Dasselbe riecht weniger stinkend als das vorige, specifisches Gewicht 1,214 *Dumas*, 1,256 *Dulong*, 1,14 bis 1,02 *Rose*, Lichtbrechungsvermögen 2,682; es entzündet sich mit atmosphärischer Luft gemengt, bei einer geringen Verdünnung oder Verminderung des Drucks, und besteht aus gleichen Mengen Ph. und Wasserstoff, wie das unter 1). Beide Gase sind also isomerisch, haben gleiche Zusammensetzuug, Chlorzinn, Chlorspiefsglanz, Chlortitan beide verbinden sich mit diesen Verbindungen kann, je nach der Behandlung, sowohl die eine, als die andere Modifikation des Ph.wasserstoffgases gewonnen werden.

Phosphorschwefel, *Phosphure de Soufre*, *Phosphuret of Sulphur*, beide vereinigen sich in allen möglichen Verhältnissen, man schmelzt sie unter warmen Wasser zusammen. Die Verbindungen sind leichter entzündlich, als Phosphor, schmelzen auch leichter, zerlegen unter Vermittelung des Lichts das Wasser, Schwefelwasserstoffgas entweicht, phosphorige Säure bleibt gelöst.

Siebentes Kapitel.

Vom Chlor.

Chlor*), Chlorine, *Gaz Chlore, Chlorine,* (Cl), (ehedem oxydirte Salzsäure genannt, *Acide (gaz) muriatique oxygèné*, *Oxymuriatic acid*, weil man meinte, sie bestünde aus Salzsäure und Sauerstoff; dephlogistisirte Salzsäure, Halogen) wurde von *Scheele* 1774 entdeckt, eine Entdeckung, die für die Wissenschaft und die

*) d. h. Grüngelb; (so ist nämlich die Farbe dieses Gases.)

Gewerbe gleich wichtig und denkwürdig geworden ist. Chlor findet man in der Natur nirgends frei, aber an Metalle gebunden, mit Wasserstoff vereint. Man stellt Chlorgas theils aus Salzsäure und Braunstein, theils aus Kochsalz, Braunstein und Schwefelsäure dar. Zu dem Ende ist es wichtig, den Braunstein (Manganüberoxyd) vor der Anwendung zu prüfen, da dessen Güte sehr verschieden ist; er enthält nämlich oft Eisenoxyd, kohlens. Kalk, Wasser, nicht selten wird eine niedere Oxydationsstufe des Mangans, Manganoxydhydrat, statt Braunstein verkauft.

Man übergieſst ihn, nach *Gay-Lussac*, mit Salzsäure und erhitzt in einem Gasentbindungsapparat, bis kein Gas mehr übergeht. Das sich entbindende Chlorgas wird in Kalkmilch geleitet, wodurch Chlorkalk sich bildet, dessen Menge bestimmt werden kann. Aus den von dem genannten Chemiker angestellten Versuchen ergab sich, daſs 1 Kilogramme reiner Braunstein 0,796 Kilogr. Chlorgas giebt; der im Handel vorkommende aus verschiednen Gruben in Frankreich, Piemont, der Moselgegend zwischen 0,7658 und 0,2789; ein bedeutender Unterschied. V. d. G. 1825. S. 35. *Duflos* giebt ein anderes Verfahren an, man leitet das sich entbindende Chlorgas in eine Auflösung von Chlorbarytium, die mit schwefligsaurem Gas gesättigt ist, es erzeugt sich schwefels. Baryt, der gesammelt und gewogen wird. 10 Gran desselben entsprechen 3,06 Gran Chlor, oder 3,77 Manganüberoxyd.

Man nimmt auf einen Theil grob gepulverten Braunstein 3 Theile mäſsig starke Salzsäure, oder auf 4 Theile Salz, 3 Th. fein gepulverten Braunstein, (6 bis) $6\frac{2}{3}$ Th. conc. Schwefelsäure; gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ Kochsalz, $1\frac{1}{3}$ Braunstein, $2\frac{2}{3}$ bis 3 conc. Schwefelsäure, *Robiquet. Ure* giebt an 1 Kochsalz, 1 Braunstein, $1\frac{4}{5}$ conc. Schwefelsäure. Wendet man Salzsäure an, so darf der Braunstein nicht fein gepulvert sein, weil er sich fest an den Boden des Destillationsapparats ansetzt, und die in ihm vorhandne Kieselerde eine Kruste bildet, so daſs die Salzsäure nicht durchwirken kann.

Salzsäure (2 H̶C̶l)

Chlormangan und Chlorgas. (MnC̶l, C̶l) { Chlor + Wasserstoff / Mangan + Sauerstoff } Wasser (2 Ḣ̶)

Braunstein (M̈n).

Die Erklärung des Prozesses ist folgende: Salzsäure besteht aus Chlor und Wasserstoff, Braunstein aus Mangan und Sauerstoff; es bildet sich aus dem Sauerstoff des Braunsteins und dem Wasserstoff der Salzsäure Wasser, die Hälfte des Chlors der Salzsäure wird entbunden, die andere Hälfte mit dem Mangan zu Chlormangan sich vereinigen, welches in dem Wasser aufgelöst bleibt, (salzsaures Manganoxydul der ältern Ansicht). Es wird also nicht alles Chlor aus der entmischten Säure entwickelt; um dies zu bewerkstelligen, braucht man nur etwas Schwefelsäure hinzuzufügen,

wodurch die Bildung von Chlormangan verhindert, und statt desselben schwefels. Manganoxydul erzeugt wird. Da aber Chlormangan in der Kattundruckerei in bedeutenden Massen gebraucht wird, so stellt man absichtlich aus Salzs. und Braunstein Chlorgas dar, um ersteres als ein wichtiges Produkt des Prozesses zu erhalten.

Kochsalz ($Na\overline{Cl}$)

Chlorgas wird frei ($\overline{Cl}$)	**Chlor + Natrium**	**Natron ($\dot{Na}$)**
Manganoxydul ($\dot{Mn}$)	**Manganoxydul + Sauerstoff**	

Braunstein ($\ddot{Mn}$)

Wendet man Kochsalz, (Seesalz, Steinsalz), Braunstein und verdünnte Schwefelsäure an, so ist der Hergang folgender: der Braunstein, (Manganüberoxyd), tritt die Hälfte seines Sauerstoffgehalts ans Natrium des Kochsalzes ab, wodurch Natron sich bildet, welches mit der Schwefelsäure sich zu schwefels. Natron ($\dot{Na}\dddot{S}$) verbindet. Durch jenes Abgeben von Sauerstoff ist das Ueberoxyd des Mangans zum Oxydul ($\dot{Mn}$) geworden, welches sich gleichfalls mit Schwefelsäure zu einem Salz verbindet ($\dot{Mn}\dddot{S}$); das im Kochsalz enthaltne Chlor wird gasförmig entbunden. Der flüssige Rückstand enthält schwefels. Natron und schwefels. Manganoxydul.

Um Chlorgas im Kleinen zu entwickeln, bedient man sich eines geräumigen Glaskolbens, weil die Masse steigt, und einer gekrümmten Gasröhre, (siehe Tafel I. Fig. 7.), verstreicht die Fugen mit Thonkitt, oder Harzkitt mit Gyps gemengt, und fängt das Gas über Wasser auf, durch welches dasselbe von anhängender Salzsäure oder mit fortgeriſsner Schwefelsäure befreit wird. Im Groſsen gebraucht man entweder groſse Glaskolben, die in einem Sandbad erhitzt werden, oder irdne Entbindungsflaschen, welche durch freies Feuer geheitzt werden, wie in Frankreich, (dürften leicht gesprengt werden), oder, wenn man Kochsalz, Braunstein und Schwefels. anwendet, bleierne Entbindungsgefäſse mittelst Dampf geheitzt. Auf Tafel IV. stellt Fig. 4. einen Chlorentbindungsapparat mit Dampfheitzung dar, wie er in der Bleichanstalt des Herrn Fabrikenbesitzers *Dannenberger*, in Berlin, zur Darstellung des Chlorkalks im Gebrauch war.

a **ist ein aus Blei gefertigtes Entbindungsgefäſs von etwa 10 Kubikfuſs Inhalt, welches cylindrisch gestaltet, aber mit einem weiten Hals *l* zum Eintragen der Ingredienzien versehen ist; um den Hals herum ist ein cylindrisches Gefäſs angebracht, welches mit Wasser gefüllt wird und den Deckel *k* aufnimmt, der durch das Wasser und eine umgelegte Thonwurst gedichtet wird. Das Gefäſs *a* selbst ist aus einem Stück gefertigt, wenn es aus zwei Stücken gearbeitet worden, muſs es mit Blei, nicht mit Zinn, kalt vergossen werden, weil Chlor das Zinn gleich auflöst. Seitwärts ist ein gekrümmter bleierner Trichter *i* angebracht, um etwas Säure nachgieſsen zu können, auf der entgegengesetzten Seite ein**

Rohr *m*, zur Anbringung des Verbindungsrohrs *n*. Das Entwickelungsgefäſs ist mit einem guſseisernen Mantel *b* umgeben, welcher auf einem Unterbau von Steinen ruht, und für die bleierne Abfluſsröhre *d* des Gefäſses *a* einen Ausschnitt hat, welcher durch ein besonderes Stück *c* geschlossen werden kann, denn sonst könnte das bleierne Gefäſs nicht aus dem Mantel herausgehoben werden. Oben ist der Mantel mit einem Kranz, der an das Entbindungsgefäſs angegossen ist, verschraubt, wodurch ein dichter Verschluſs entsteht. *o*, *o* ist ein Gefäſs aus Sandstein, in welchem Kalkmilch zur Bereitung des Chlorkalks sich befindet; in demselben ist eine Rührvorrichtung *p,p* mit kreutzweis gestellten Flügeln angebracht, die durch ein bleiernes Sicherheitsrohr *q*, *q* hindurch geht, welches bis zur Mitte des Gefäſses herabreicht. Der hölzerne Deckel *r*, *r* wird durch kreutzweis gelegte Riegel *s*, *s*, von welchen die obern durch Splinte angedrückt werden, möglichst fest aufgetrieben, mit Thon ringsum verklebt. Durch die Oeffnung bei *u* wird mittelst eines Hahns die klare Flüssigkeit abgelassen, das Trübe zuletzt durch die Oeffnung *v*. Statt eines steinernen kann auch ein hölzernes Gefäſs angewendet werden, denn trotz aller Vorsichtsmaſsregeln ist der Sandstein dennoch porös. Man überzieht die Flächen mit einem Kitt von Harz, Terpenthin und etwas Ziegelmehl.

Soll die Entbindung des Chlors geschehen, so werden die Ingredienzien, 110 Pfund Salz und 82,75 Pfund Braunstein fein gepulvert und gemengt durch die Oeffnung *l* eingeschüttet, darauf 165 Pfund mit gleichen Raumtheilen Wasser verdünnte Schwefelsäure, der Deckel *k* aufgesetzt und gedichtet, und, damit die Chlorentbindung nicht durch eine zu heftige Einwirkung der Säure zu rasch vor sich gehe, wobei auch Salzsäure mit übergehen könnte und die Kalkflüssigkeit erhitzt würde, was nachtheilig ist, der Apparat durch Wasser abgekühlt. Dies geschieht also: bei *f* ist in dem Kranz des Mantels *b* eine mit einem Stöpsel verschlieſsbare Oeffnung, diese wird geöffnet, worauf durch die Röhre *e* kaltes Wasser zugeleitet wird, welches den Zwischenraum zwischen Mantel und Entbindungsgefäſs *h*, *h* anfüllt, und durch den Hahn *w* abgelassen werden kann. Das Gemeng in dem Gefäſs *a* nimmt nämlich nur $\frac{1}{3}$, höchstens die Hälfte des Raums ein, weil es in Folge der chemischen Zersetzung sich aufbläht und steigt; es ist daher gänzlich mit Wasser umgehen und gekühlt. Ist so 8 bis 12 Stunden lang fortgefahren worden, so geht der Apparat 12 Stunden ohne Kühlung durch Wasser, und zuletzt 12 bis 14 Stunden lang durch Dampfheitzung, zu welchem Ende aus einem Dampfkessel durch das Rohr *g*, *g* Dampf in den Zwischenraum *h*, *h* geleitet wird. Ist der Prozeſs nach jener Zeit zu Ende, so wird durch das bleierne Rohr *d* der Rückstand abgelassen.

In dem Kalkgefäſs *o*, *o* befinden sich 60 Pfund Kalk mit 680 Quart Wasser vermischt, so daſs das Gefäſs nur zu $\frac{3}{4}$ damit gefüllt ist; das Rohr *n*, welches das Gas aus dem Apparat leitet, darf nur höchstens 4 Zoll tief eintauchen, weil sonst die nöthige Spannung des Gases beträchtlich werden und es durch alle Fugen hervordringen würde. Die bleierne weite Sicherheitsröhre *q*, *q* dient dazu, daſs die Flüssigkeit, wenn das nicht verschluckte Gas, welches sich über der Flüssigkeit ansammelt,

Digitized by Google

eine höhere Spannung annimmt, dem Druck durch Aufsteigen in dem Rohr ausweichen könne. Man erhält, nach dem Abspühlen des Kalkrückstands mit Wasser, 730 Quart, oder 27 Kubikfuſs Chlorkalkflüssigkeit von 3° B., oder 55 bis 60° nach dem Chlorometer von *Gay-Lussac*.

Die Entbindungsapparate werden nicht selten mit Rührvorrichtungen versehen, um das Anlegen der Mischung, besonders des Braunsteins, wenn man mit Salzsäure arbeitet, zu vermeiden, und eine gleichmäſsige Zersetzung zu bedingen. Aber ihr Nutzen ist sehr gering, denn, da sie aus Blei gefertigt werden müssen, und dieses wenig Festigkeit gewährt, so verbiegen sie sich leicht und machen überhaupt den Apparat zusammengesetzter und leicht undicht. Man kann, um die Masse recht locker zu machen, so daſs sie von der Säure leichter durchdrungen wird, kleine Coaksstückchen, *cinders*, zumengen, was mit sehr gutem Erfolg bereits geschieht. Man hat auch gerathen, das Chlorgas, bevor man es in die Flüssigkeit einströmen läſst, durch die es absorbirt werden soll, von anhängendem salzsauren Gas dadurch zu reinigen, daſs man es durch eine mit Wasser gefüllte Mittelflasche durchtreibt. Dies ist aber, wenn man ein richtiges Verhältniſs der zur Chlorbereitung erforderlichen Ingredienzien beobachtet, die anfänglich heftige Aufeinanderwirkung mit kaltem Wasser mäſsigt, überhaupt den Entwickelungsprozeſs so langsam als möglich betreibt, ganz überflüssig, der Apparat wird nur dadurch unnöthig zusammengesetzt, erfordert eine gröſsere Spannung des Gases, wovon Undichtheit desselben leicht die Folge wird. Da das Chlorhydrat in der Kälte krystallisirt, so muſs man das bleierne Leitungsrohr *n* nicht zu eng machen, weil es sich sonst verstopft, und im Winter dafür sorgen, daſs die Temperatur im Arbeitslokal nicht zu sehr sich erniedrige.

Welter und *Clément* haben Apparate zur Bereitung von Chlorwasser und Chlorkalk angegeben, welche zur Vermehrung der Oberfläche der Flüssigkeit gegen das Gas theils mit mehrern Scheidewänden versehen waren, *cuve à moussoir*, zwischen denen das Gas vom Boden des Gefäſses emporsteigen muſste, und die horizontalen Arme des Rührers sich hin und her bewegten, theils schlangenförmig gewundne Röhren angebracht waren, *cuve à serpentin*, mit vielen kleinen Oeffnungen versehen, um das Gas an sehr vielen Punkten zugleich ausströmen zu lassen. Alle diese künstlichen Apparate sind entbehrlich. — Abbildungen findet man in U. D. *Plate* I. Fig. I. — P. ch. E. Vol. II. *Plate* XX. — *Blachette* Traité du blanchiment, Paris 1827. *Planche* II. pag. 154. — D. t. Tom 2. „Appareil."

Will man nach beendigtem Zersetzungsprozeſs die beiden schwefels. Salze im Rückstand scheiden, so setzt man kohlens. Kalk (Kreide) hinzu, welcher das schwefels. Manganoxydul zerlegt, Gyps schlägt sich nieder sammt kohlens. Manganoxydul, und Glaubersalz bleibt aufgelöst, welches auf Soda benutzt werden kann. Statt dieses Verfahrens kann man auch im Winter die Salze durchs Auskrystallisiren des Glaubersalzes scheiden. *Clément* hat, um das Glaubersalz rein von Mangansalz zu erhalten, einen zusammengesetzten Apparat angegeben, indem er das aus Kochsalz und Schwefelsäure sich entbindende salzsaure Gas mit Braunsteinstücken in Berührung setzt, wobei Chlormangan sich bildet, und

Chlorgas entweicht; (*Cascade productive et absorbante.*) D. t. Tom. III. p. 151.

Das Chlorgas ist gelbgrün von Farbe, besitzt einen kratzenden, nicht sauren Geschmack, einen eigenthümlichen, sehr unangenehmen Geruch, belästigt die Lungen sehr stark, wenn es mit atmosphärischer Luft in nicht ganz unbedeutender Menge gemengt eingeathmet wird, es macht Schnupfen, Husten, Kratzen im Halse, in etwas gröſserer Menge eingeathmet Brustbeklemmung, fast gänzlichen Stillstand der Athmungswerkzeuge, und kann rein geathmet sogleich tödten. Es ist deshalb die gröſste Vorsicht nöthig, besonders bei der Darstellung des Chlors im Groſsen. Sein specifisches Gewicht ist 2,42, nach *Berzelius* 2,47; nach letzter Angabe wiegen 100 Kubikzoll 0,3915 pr. Loth, und 1 Kubikfuſs 6,7675 Loth; Lichtbrechungsvermögen 2,623. Es ist nicht brennbar, in ihm können aber mehrere Körper bei der gewöhnlichen Lufttemperatur verbrennen, z. B. Phosphor, mehrere Metalle, als Kalium, Arsenik, Wiſsmuth, Spieſsglanz etc., die Produkte hiervon sind Chlormetalle; ein Wachslicht brennt im Chlorgas fort, aber mit einer sehr ruſsenden rothen Flamme. Das Gas wird durch einen 4 bis 5 fachen Druck tropfbar, und bildet eine dunkel gelbgrüne Flüssigkeit, specifisches Gewicht 1,33; sie ist sehr flüchtig, läſst sich unter jenem Druck bei 33° destilliren.

Um das Verbrennen der Metalle im Chlorgas zu zeigen, fülle man in Medicinflaschen in einer Wanne, welche warmes Wasser enthält, Chlorgas, und schütte die Metalle, fein gepulvert, mittelst eines Kartenblatts hinein, wobei eine helle Flamme erzeugt wird. Phosphor befestigt man an einem Draht, und bringt ihn so ins Chlorgas. — Als ein Sicherungsmittel gegen die nachtheiligen Folgen des Einathmens von mit atmosphärischer Luft gemengtem Chlorgas rathet *Kastner* Alkohol auf Zucker getropft, oder ein Tuch vor den Mund mit Alkohol genetzt. K. A. Bd. 3. S. 355. Bd. 4. S. 422.

Das Chlorgas wird vom Wasser leicht absorbirt, bei 20° nimmt letzteres $1\frac{1}{2}$ Raumtheile, ist es jedoch kälter, so nimmt es an 2 Volum auf. Im Kleinen bedient man sich zur Darstellung des Chlorwassers entweder mit kaltem Wasser gefüllter Flaschen, in welche man zu $\frac{2}{3}$ des Raums Chlorgas hineinläſst, dieselben sodann verkorkt und umschüttelt, oder besser eines *Woulf*schen Flaschenapparats, dessen Flaschen $\frac{2}{3}$ mit kaltem Wasser gefüllt werden; in der ersten ist aber dann, aus den oben angezeigten Gründen, ein durch Salz- (oder Schwefel-) Säure verunreinigtes Wasser enthalten. Zur Darstellung im Groſsen bedient man sich des vorstehend beschriebnen Apparats mit Rührvorrichtung.

Das Chlorwasser ist grünlichgelb, je mehr Gas es enthält, desto dunkler ist die Farbe, riecht und schmeckt wie das Gas, spec. Gewicht 1,003; bei — 2° setzen sich blaſsgelbe Blättchen ab,

Chlorhydrat, welche sehr flüchtig sind, und sich bei derselben Temperatur in verschloſsnen Gefäſsen sublimiren lassen; bei + 4° werden sie in 28 Chlorgas und 72 Wasser zersetzt. Durchs Erwärmen entweicht das Gas aus dem Wasser, durch den Einfluſs des Lichts wird ein Theil Wasser zersetzt, es erzeugt sich aus Chlor und Wasserstoff Salzsäure, und Sauerstoffgas wird frei; auch im Dunkeln scheint eine, aber sehr unbedeutende, Zerlegung statt zu finden, jedoch ohne Freiwerden von Sauerstoffgas; was sich dabei bildet, ob Wasserstoffüberoxyd (siehe oben Seite 107.) oder chlorige Säure, ist noch nicht ermittelt. Chlorwasser löst, ähnlich dem Goldscheidewasser, mehrere Metalle auf, so unter andern Gold, was man mit Blattgold beweisen kann.

Das Chlorgas und Chlorwasser, so wie die später zu erörternden chlorigsauren Salze der Alkalien und Erden, bleichen, d. h. sie zerstören die Farbstoffe des Pflanzen- und Thierreichs. Nur allein der Kohlenstoff wird dadurch nicht zerstört oder gebleicht. *Berthollet* lehrte 1785 Chlorwasser zum Bleichen der Leinwand und Kattune anwenden *). Bald darauf wurde zu Javelle bei Paris das Chlorkali, später das Chlornatron gefertigt, *Eau de Javelle, Lye of Javelle*; 1798 entdeckte *Tennant* das Verfahren, Chlorkalk, *Chlorure de Chaux, Chloride of Lime, Bleaching Powder*, d. i. Bleichpulver, darzustellen, dessen man sich jetzt zum Bleichen der Waaren im Groſsen fast ausschlieſslich bedient, weil man gegen das Chlorwasser den Vortheil hat, daſs 1) die Chlorkalkbereitung ergiebiger ist, weil Kalkmilch besser das Gas verschluckt als Wasser, 2) die Chlorkalkauflösung weit weniger die Gesundheit der Arbeiter belästigt, als Chlorwasser, 3) kein Freiwerden von Salzsäure statt findet, welche auf die Festigkeit der Fäden der Gewebe nachtheilig wirkt. (Vergleiche den Artikel „Chlorkalk und Bleichen.")

Auf welche Weise bleicht aber das Chlor? Bereits vorn (Seite 102.) ist beim Bleichen mittelst Wasser erwähnt worden, daſs letzteres eine an Sauerstoff reichere Luft enthalte, als die atmosphärische, daſs der Sauerstoff derselben beim Bleichen besonders wirksam sein möge. Beim Wasserstoffüberoxyd ist (Seite 107.) gelehrt worden, daſs es alle organische Substanzen, vermöge des groſsen Gehalts an Sauerstoff, welcher entwickelt wird und an die organischen Körper tritt, bleicht. Eine gleiche Bewandniſs hat es auch mit dem Chlorwasser, und den Chlorverbindungen (chlorigsauren Salzen). Wasserfreies Chlorgas bleicht getrocknete Pigmente nicht, sondern nur bei Vorhandensein von Wasser, welches zersetzt wird, wodurch Sauerstoff sich entbindet; dieser ist es, welcher die Blei-

*) *Du Blanchiment des Toiles et des Fils par l'acide muriatique oxygèné etc.* Paris 1789.

chung bewirkt, welcher mit den Pigmenten farblose Verbindungen eingeht. Auf eine gleiche Art zerstört auch die Chromsäure den Indigo durch Abgeben von Sauerstoff, indem sie zu Chromoxydul wird, bleicht Uebermangansäure organische Körper, während sich Manganoxyd- und Ueberoxydhydrat abscheiden.

Penot in D. p. J. Bd. 33. S. 447.

Bei der Prüfung des Chlorwassers, um den Gehalt desselben an Chlorgas zu ermitteln, kann man einen doppelten Zweck verfolgen, entweder soll der absolute Chlorgehalt, oder nur der relative ermittelt werden, d. h. man begnügt sich zu wissen, wie sich mehrere Chlorwasser gegen einander verhalten, ob sie mehr oder weniger Chlor im Vergleich mit einem gegebnen enthalten. Aräometer können hiezu nicht angewendet werden, da das specifische Gewicht des Chlorwassers, selbst im concentrirten Zustand (1,003) zu wenig von dem des reinen Wassers abweicht, und der geringste Gehalt an fremden aufgelösten Materien groſse Irrungen hervorbringen würde. *Descroizilles* lehrte eine Auflösung von Indigo in concentrirter Schwefelsäure als Reagens anwenden, *Watt* bediente sich zu gleichem Zweck einer Cochenilleabkochung.

Man bereitet sich eine Indigoauflösung aus 1 Theil gepulvertem und gesiebtem Indigo und 9 Theilen conc. Schwefelsäure, indem man 6 bis 8 Stunden lang bei 100° digerirt; die Auflösung wird mit 990 Theilen Wasser verdünnt. Von dieser verdünnten Auflösung schüttet man eine kleine Portion in eine graduirte, mit einem Stöpsel versehene, Glasröhre, *Décolorimètre, Chloromètre, (Berthollimètre), Test-tube*, siehe Tafel I. Fig. 23., (das nöthige Quantum ist durch einen Strich und 0 Zeichen angedeutet), und sodann von dem zu prüfenden Chlorwasser vorsichtig so viel hinzu, daſs, unter Umschütteln bei aufgesetztem Stöpsel, die blaue Farbe durch Grün hindurch eben braungelb geworden; nun sieht man zu, wie viel Chlorwasser, den Graden des Instruments zufolge, man zugesetzt hat, um diese Wirkung hervorzubringen. Je mehr man zusetzen muſste, desto schwächer, je weniger desto stärker ist das Chlorwasser, desto mehr Chlor enthält es. Einige Uebung ist nöthig, um nicht zu viel Chlorwasser auf einmal zuzusetzen und so jenen Punkt nicht zu überschreiten, aber auch umgekehrt, um nicht vielmals den Stöpsel zu lüften und neue Zusätze zu machen.

Der blaue Farbstoff des Indigs wird allein durch das Chlor zerstört, nicht die andern im Indigo vorhandnen Farbstoffe, wie *Berzelius* gezeigt hat, denn das in demselben enthaltne rothe und braune Pigment wird, besonders letzteres, gar nicht zersetzt, sondern fällt in braunen Flocken, mit Salzsäure vereinigt, nieder. Daher kommt es auch, daſs die Indigoprobe sehr relativ ist, indem die eine Sorte Indigo mehr, die andere weniger Indigoblau enthält; übrigens haben auch die fremden im Indigo enthaltnen Substanzen, wie z. B. der Pflanzenleim, welcher auch durch Chlor zersetzt wird, Einfluſs auf die Menge des zur Entfärbung nöthigen Chlorwassers. Es ist demnach nöthig, eine Indigoauflösung für längere Zeit in Vorrath zu bereiten, um immer mit gleichem Reagens zu arbeiten; man muſs sie in steinernen Flaschen aufbewahren, indem

Digitized by Google

durchs Licht der in der Säure aufgelöste Indigo sich entmischt, ausbleicht. Allein auch noch so vorsichtig aufbewahrt, erfolgt im verdünnten Zustand dennoch eine allmälige Entmischung, es ist besser, die Indigolösung unverdünnt vorräthig zu halten. Zweckmäſsiger wäre das reine Indigoblau zur Chlorprobe in der Art anzuwenden, daſs man prüfte, wie viel Chlorwasser erforderlich ist, um einige Gran Indigoblau gänzlich zu zerstören. Verschiedenheit in den Resultaten zeigt sich, wenn man die Indigoauflösung einmal ins Chlorwasser, das anderemal letzteres in erstere gieſst; wenn man einmal langsam, ein anderesmal rasch mischt. Am besten ist es rasch zu mischen. Das Nähere über die chlorometrischen Verfahren neuester Zeit siehe bei der Abhandlung des chlorigs. Kalks weiter unten.

Chlorwasser und Chlorverbindungen sind angewendet worden zum Bleichen von Leinwand, (Leibwäsche, besonders in Krankenhäusern), Kattunen, (das Nähere hierüber beim Faserstoff) sowohl vor dem Bedrucken, Weiſsbleiche, als auch nachher, um den Grund zu reinigen, Buntbleiche, wie bei krappirten Desseins, auch um topisch das Pigment zu zerstören, abzuziehen, auf welche Stellen dann andere Farben aufgedruckt werden, Bandanofabrikation. Zum Bleichen (der Lumpen) des Halbzeugs bei der Papierfabrikation, der Seide, Schwämme, des Palmöls zur Seifenbereitung, des Talgs zu Lichten, (des Wachses) etc. Für Wolle, (Strohgeflechte) hat Chlor keine Anwendbarkeit, da diese selbst angegriffen werden. Chlor benimmt der Wolle die Eigenschaft sich beim Walken zu filzen, macht sie weich, seidenartig.

V. d. G. 1829. S. 274.

Auſser dem, daſs das Chlor mächtig bleicht, zerstört es auch schädliche Gasarten und Dünste, z. B. Schwefelwasserstoffgas, Schwefelwasserstoff-Ammoniak, welches sich in Kloaken entwikkelt (siehe vorn Seite 171.) auch die Miasmen, animalische Dünste, welche bei bösartigen Krankheiten sich erzeugen, und der Zimmerluft sich mittheilen; hiergegen ist kein Mittel tauglicher befunden worden, als Chlorgas. Der erste, welcher dieses Mittel empfahl, war *Guyton de Morveau*, er nannte es *Fumigation oxymuriatique*, Räucherung mit oxydirter Salzsäure. Um Leibwäsche und Bettzeug in Lazarethen von Kranken, die an ansteckenden Krankheiten litten, zu reinigen, ist nichts sicherer als Chlorkalk-, oder Chlornatronauflösung; eben so ist es auch ein vortreffliches Mittel, die stinkenden Ausflüsse faulender organischer Materien zu zerstören. So hat *Labarraque* mittelst Chlorkali, Chlornatron den Gestank aus den Darmsaitenfabriken gebannt, die stinkenden Fischkörbe in den pariser Fischhallen gereinigt, daſs aller Geruch verschwunden, wozu noch wohlfeiler Chlorkalk anwendbar ist. Man kann sich also dieses kräftigen, sicher wirkenden und wohlfeilen

Mittels in allen Fällen bedienen, wo durch Zersetzung organischer Materien stinkende Gase oder Flüssigkeiten sich erzeugen und die Luft verpesten, als wie z. B. in Weiſsgerbereien, Leimsiedereien, Stärkefabriken, auf anatomischen Sälen zum Abwaschen der Leichen, desgleichen der Krippen und Raufen, an denen Pferde gestanden, die mit der Rotzkrankheit behaftet waren, etc.

Literatur über Chlor. *Guyton de Morveau* in G. A. Bd. 9. S. 357. — *Labarraque* in D. t. Tom 3. „Boyaudier." — *Henry* über d. Reinig. d. Fischhallen, in D. p. J. Bd. 17. S. 384. — *Faraday* über C. Räucherung. J. d. p. I. Bd. 8. S. 284. — Neuer Apparat zur Entbindung d. C., das. Bd. 5. S. 381. — *Chevallier* Bereit. d. flüssigen C. A. d. l'i. n. T. 19. p. 291. — (Siehe auch beim Schwefelwasserstoffgas) — *Faraday* über C. als Farbe und Geruch zerstörende Substanz, K. A. Bd. 11. S. 215. — *Coulier* in D. p. J. Bd. 32. S. 68. — *Carpentier* Dampfapparat zum Entwickeln von C., Br. d'i. Tom 16. p. 294. — *Morfitt* über C.entwickelung D. p. J. Bd. 35. S. 49. — *Döbereiner* in S. J. d. Ch. Bd. 3. S. 480. — *Chevallier* Clorflüssigkeit aus Mennige entbunden, D. p. J. Bd. 43. S. 387. Bd. 44. S. 298. — Vergleiche die Literatur bei chlorigs. Kali und Kalk.

Chlor verbindet sich mit Sauerstoff in 4 Verhältnissen, es bildet 1 Oxyd und 3 Säuren.

1) **Chloroxydgas**, *Oxide de Chlore, Oxyd of Chlorine, Euchlorine* *) (Ël), von *Davy* 1811 entdeckt, wird dadurch erhalten, daſs man chlors. Kali mit 2 Theilen Salzsäure und Wasser gelind erhitzt und das Gas über Quecksilber auffängt; das Quecksilber absorbirt in einiger Zeit das zugleich mit entbundne Chlorgas. Die Zersetzung geschieht so: es verbindet sich der Sauerstoff der Chlorsäure und des Kalis sowohl mit dem Wasserstoff der Salzsäure zu Wasser, als auch mit einem Antheil Chlor der Salzsäure zu Chloroxydgas, das übrige Chlor aus dieser Säure wird frei; Chlorkalium bleibt im Rückstand.

Das Chloroxydgas besitzt eine dunkle Chlorfarbe, riecht dem Chlor zugleich gebranntem Zucker ähnlich, erstickend, röthet Lackmuspapier auch im trocknen Zustand und bleicht es aus, specifisches Gewicht 2,417; es besteht aus: 81,57 Chlor und 18,43 Sauerst., oder aus 2 Vol. Chlgas und 1 Vol. Sstgas; zersetzt sich bei der Blutwärme (34 bis 40°) unter heftigem Knall und Lichtentbindung in seine Bestandtheile und dehnt sich dabei um $\frac{1}{5}$ seines Raums aus; Kohlen glühen darin fort, Phosphor giebt mit demselben in Berührung eine lebhafte Explosion; Wasser nimmt 8 bis 10 Raumtheile auf, wird gelb gefärbt, erhält einen fast säuerlichen Geschmack, und bleicht mächtig.

2) Chlorige Säure, *Acide chloreux, Chlorous acid,* (Ël), von *Davy* und *Stadion* 1814 entdeckt, erhält man durch Zersetzung des geschmolznen (wasserfreien) chlors. Kalis mittelst $3\frac{3}{4}$ conc. Schwefelsäure und $\frac{1}{2}$ Theil Wasser; man giebt 50 bis 60° Wärme, fängt das Gas im Quecksilberapparat auf. Die Schwefelsäure treibt die

*) d. h. schön grün.

die Chlorsäure zum Theil aus, die abgeschiedne Säure entmischt sich aber, aus Mangel an der gehörigen Wassermenge, die zu ihrem Bestehen erforderlich ist, in chlorigsaures und Sauerstoffgas, welches letztere an den andern Theil der mit Kali verbunden gebliebnen Chlorsäure tritt, und so Ueberchlorsäure erzeugt. Im Rückstand bleiben zweifach schwefels. und überchlors. Kali.

Die gasförmige chlorige Säure hat eine dunkelgelbe Farbe, riecht sehr stark, aber verschieden vom Chlorgeruch, erzeugt, wie das Chloroxydgas, Husten und Schnupfen, bleicht trocknes Lackmuspapier nicht, aber feuchtes, specifisches Gewicht 2,74, wird durch verstärkten Druck und Kälte tropfbar-flüssig, und besteht aus: 59,6 Chlor und 40,4 Sauerst., oder aus 2 Vol. Chlgas und 3 Vol. Sstgas. Das Gas wird durchs Sonnenlicht in seine Bestandtheile zerlegt, wobei sich das Volum um $\frac{2}{3}$ erweitert, dieselbe Zersetzung tritt auch durch eine Erwärmung auf 100° und durch elektrische Funken ein, wobei eine Feuererscheinung und Explosion, Schwefel, Phosphor, Wasserstoffgas bringen dieselben Phänomene hervor. Wasser nimmt an 7 Raumtheile des Gases auf, wird dadurch dunkel gelb und erhält die Eigenschaft, stark zu bleichen. Die chlorige Säure verbindet sich nicht direkt mit Basen, sondern sie zersetzt sich in Berührung mit denselben in Chlor und Chlorsäure; die chlorigs. Salze werden nur auf indirektem Weg erhalten, siehe beim „chlorigs. Kali und Kalk."

3) **Chlorsäure**, überoxydirte Salzsäure, *Acide chlorique, Ac. muriatique hyperoxygèné*, *Chloric acid*, *Hyperoxygenized muriatic acid* ($\ddot{\overline{\mathrm{Cl}}}$); *Berthollet* entdeckte 1786 die Salze dieser Säure, *Sérullas* lehrte die Säure kennen. Man stellt sie dar aus chlors. Kali mittelst Kieselfluſssäure, wodurch sich (kieselfluſss. Kali) Fluor-Kiesel-Kalium erzeugt, welches in Chlorsäure unlöslich ist, und verdünnte Chlorsäure; letztere kann durch vorsichtiges Abdampfen concentrirt werden. (Die Theorie der Bildung von Chlorsäure bei der Bereitung des chlors. Kalis).

Die Chlorsäure kennt man nur im wasserhaltenden Zustand, es ist eine farblose, oder gelbliche, ölartig dicke Flüssigkeit, von einem sauren, etwas scharfen Geschmack, geruchlos, im conc. Zustand der Salpetersäure ähnlich riechend, röthet Lackmuspapier, ohne es zu bleichen, besteht aus: 46,95 Chlor und 53,05 Sauerst., oder aus 2 Vol. Chlgas, und 5 Vol. Sstgas. Sie wird durchs Sonnenlicht wenig, durch eine Destillation in Ueberchlorsäure, welche übergeht, und in Chlor- und Sauerstoffgas zersetzt, schnell durch Salzsäure, schweflige, phosphorige Säure, Phosphor- und Schwefelwasserstoffgas, indem sie Sauerstoff abtritt; sie verwandelt Alkohol sogleich in Essigsäure, setzt trocknes Papier beim Eintauchen in Brand. Sie giebt mit den Basen chlorsaure Salze,

Chlorates, welche in Wasser und Alkohol löslich, durch Hitze entmischt werden, Sauerstoffgas entbinden, wobei Chlormetalle zurückbleiben; mit brennbaren Körpern gemengt zersetzen sie sich, wenn man die Mengung erhitzt, stark drückt, unter heftigem Knall und Feuererscheinung, indem Chlor gasförmig entweicht; (beim chlors. Kali mehr davon).

4) Ueberchlorsäure (oxydirte Chlors.), *Acide perchlorique*, *Oxychloric acid* ($\dddot{\bar{\mathrm{C}}}\mathrm{l}$), von *Stadion* 1814 entdeckt, von *Sérullas* untersucht, wird an Kali gebunden bei dem unter 2) beschriebnen Prozefs erhalten; die dabei rückständige Salzmasse wird in heifsem Wasser aufgelöst, krystallisirt, wobei sich zuerst das überchlors. Kali abscheidet, welches dann mittelst Schwefelsäure durch Destillation zersetzt wird. Weit leichter gewinnt man die Säure durch Destillation der Chlorsäure.

Die Säure ist im wasserhaltenden Zustand eine farblose Flüssigkeit, geruchlos, schmeckt rein sauer, röthet Lackmuspapier, ohne zu bleichen, spec. Gewicht der conc. 1,65, sie kocht bei 200°, kann auch in 4seitigen Säulen krystallisiren, welche zerfliefsen; sie besteht aus: 38,73 Chlor und 61,27 Sauerst., oder aus 2 Vol. Chlgas und 7 Vol. Sstgas, wird durch jene unter 3) genannten Säuren, so wie durchs Sonnenlicht, nicht zersetzt, gehört zu den starken Säuren, bildet überchlorsaure Salze, *Perchlorates*, *Oxychlorates*, welche durchs Erhitzen mehr Sauerstoffgas entbinden, als die chlors., mit brennbaren Substanzen nur schwach verpuffen, und durch Schwefels. unter 100° nicht zerlegt werden.

Chlor verbindet sich mit Wasserstoff nur in einem Verhältnifs.

Salzsäure, (Kochsalzsäure), Hydrochlorsäure, *Acide hydrochlorique, Ac. muriatique, Ac. marin, Hydrochloric acid, Muriatic acid* ($\bar{\mathrm{H}}\bar{\mathrm{C}}\mathrm{l}$), kommt in der Natur dampfförmig und tropfbar-flüssig in vulkanischen Gegenden vor, so z. B. im Rio Vinagre in Südamerika (siehe vorn Seite 154.). Salzsäure wurde schon im 16ten Jahrhundert unter dem Namen saurer Salzgeist dargestellt, *Esprit de Sel marin, Spirit of Salt,* indem man Kochsalz mit kalcinirtem Eisenvitriol oder Thon destillirte, später wendete man Schwefelsäure an.

Chlor- und Wasserstoffgas vereinigen sich unter Vermittelung des Sonnenlichts, der Glühhitze, elektrischer Funken, unter einer Detonation und Feuererscheinung, salzsaures Gas wird gebildet; im Dunkeln erfolgt keine Vereinigung. Soll der Versuch angestellt werden, so mufs man gleiche Raumtheile beider Gasarten im Dunkeln mengen, (oder auch bei Lampenlicht, denn dieses bedingt die Vereinigung nicht), das Gefäfs verhüllt ins Helle tragen, und die Hülle dann so entfernen, dafs man vor Beschädigung durch Glastrümmer gesichert ist, denn wenn die Sonne hell scheint, so erfolgt augenblicklich die Detonation; (das violette Licht bedingt die Verbindung, wogegen die andern Lichtstrahlen geringere, der rothe keine solche Wirkung zeigen). Bei dieser Veränderung findet keine

Kondensation statt; bei einer sechsfachen Verdünnung erfolgt keine Explosion. Auch das Chlorwasser wird durchs Licht in Salzsäure und Sauerstoffgas umgeändert; (siehe oben Seite 189).

Man kann aber auch salzsaures Gas mittelst Kochsalz und concentrirter Schwefelsäure erzeugen. Man thut in einen Kolben getrocknetes Kochsalz, und nach und nach 85^{0}_{0} conc. Schwefelsäure hinzu, leitet das Gas durch ein gekrümmtes Rohr in einen Quecksilberapparat; da jedoch zuerst auch atmosphärische Luft mit übergeht, so läſst man die Röhre in Wasser gehen, und sobald alles Gas von demselben absorbirt wird, fängt man das übergehende reine salzsaure Gas in mit Quecksilber gefüllten Gefäſsen auf. Die Erklärung dieses Prozesses ist folgende: Kochsalz besteht aus Chlor und Natrium, die concentrirte Schwefelsäure aus wasserfreier Schwefelsäure und Wasser, letzteres wird zersetzt, der Sauerstoff desselben tritt an das Natrium, bildet Natron, mit welchem sich die Schwefelsäure verbindet, das Chlor mit dem Wasserstoff zu Salzsäure, welche gasförmig sich entbindet.

Kochsalz (NaCl)

Salzsäure (HCl) { Chlor + Natrium / Wasserstoff + Sauerstoff } Natron ($\dot{N}a$)

Wasser ($\dot{H}$)

Vollkommen trocknes Kochsalz und wasserfreie Schwefelsäure geben keine Salzsäure, ein Beweis, daſs das Kochsalz nicht schon gebildete Salzsäure enthält.

Das salzsaure Gas ist farblos, riecht stechend sauer, erregt heftigen Husten, schmeckt sauer, specifisches Gewicht 1,269, 100 Kubikzoll wiegen 0,2011 Loth und 1 Kubikfuſs 3,4769 Loth; (nach *Gay-Lussac* und *Biot* 1,278), Lichtbrechungsvermögen 1,527. Es erzeugt mit der Luft in Berührung dichte, weiſse Nebel, indem es den in der Luft befindlichen Wasserdampf kondensirt; es wird durch einen Druck von 40 Atmosphären bei 10° zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet. Es ist nicht brennbar, nicht athmenbar, bringt Erstickung hervor, in ihm verlöschen brennende Körper mit einem grünlichen Licht, es besteht aus: 97,25 Chlor und 2,75 Wasserst., oder aus gleichem Volum Chlgas und Wstgas; es wird weder durch atmosphärische Luft, durch Sauerstoffgas verändert, noch durch Glühhitze in seine Bestandtheile zerlegt, zum Theil durch elektrische Funken. Bringt man dasselbe mit Metalloxyden in Berührung, so entstehen Chlormetalle und Wasser, indem der Sauerstoff der Oxyde mit dem Wasserstoff des salzsauren Gases, und das Chlor desselben mit den Metallen sich verbindet; dieſs geschieht nicht selten unter Lichtentwickelung. Kohle zerlegt das Gas nicht, aber diejenigen Metalle, welche das Wasser zerlegen, (Kalium und

die andern Metalle der Alkalien und Erden, Zink, Eisen, Zinn, Kadmium, Mangan), Wasserstoffgas wird entbunden, während Chlormetalle entstehen.

Das salzsaure Gas wird sehr begierig von Wasser absorbirt, letzteres nimmt bei 20° 464 Raumtheile, oder 73$^0/_0$ seines eignen Gewichts auf; das Produkt dieser Vereinigung, concentrirteste tropfbare Salzsäure, hat ein specifisches Gewicht von 1,21. Selbst Eis verschluckt das Gas sehr rasch, indem es dabei schmilzt; es wird nämlich bei der Bindung des Gases vom Wasser Wärme entwickelt, wie immer, wenn ein gasförmiger Körper in den tropfbaren Zustand übergeht.

Als einen Beweis der augenblicklichen Verschluckung des Gases durch Wasser kann man folgenden Versuch anstellen: man füllt ein Medicinglas mit reinem salzsauren Gas, bringt es, mit dem Finger die Oeffnung fest verſchlieſsend, die letztere nach unten gekehrt, in kaltes Wasser und öffnet es; sogleich steigt das Wasser mit groſser Schnelligkeit hinein und erfüllt das ganze Glas, als wäre es luftleer gewesen.

Um flüssige Salzsäure zu erhalten, verfährt man im Kleinen also: man entwickelt entweder salzsaures Gas, nach der so eben angegebnen Weise, und leitet es in eine gewisse Quantität destillirtes kaltes Wasser, umgiebt die Vorlage mit kaltem Wasser, mit Tüchern, auf welche fortdauernd ein Strahl kaltes Wasser flieſst, oder man mischt in einer Retorte einen Theil trocknes Salz mit 83$^0/_0$ concentrirter Schwefelsäure, welche vorher mit $\frac{1}{3}$ Wasser verdünnt worden, legt eine Vorlage vor, welche $\frac{2}{3}$ Wasser enthält, und destillirt bei allmälig steigender Wärme. Da jedoch bei einem solchen Verfahren mehr Gas entwickelt wird, als das vorgeschlagne Wasser, unter den obwaltenden Umständen, zu absorbiren vermag, so ist eine Sicherheitsröhre nothwendig, welche dasselbe in ein offnes Gefäſs mit Wasser ableitet. Zweckmäſsiger ist der *Woulf*sche Apparat, in dessen erster Flasche eine minder reine Säure sich sammelt, die übrigen enthalten die reinere.

Man bediente sich in der ältern Zeit, ehe die Fabrikation der englischen Schwefelsäure so ausgedehnt war, wie in der neuern, zur Darstellung der Salzsäure sowohl des kalcinirten Eisenvitriols, als auch des Thons. Man mischte 7 Theile kalcinirten Eisenvitriol mit 4 Theilen Salz in irdnen Retorten, gab Hitze, wodurch der Vitriol Schwefelsäure entband, welche das Salz zersetzte. Von Thon nahm man 8 bis 10 mal so viel, als Salz, mischte beide getrocknet zusammen, machte mittelst Wasser einen steifen Brei, daraus kleine Kugeln, welche man getrocknet kalcinirte. Hier wirkt die Kieselsäure des Thons zerlegend auf das Salz unter Mithülfe des vorhandnen Wassers, welches zersetzt wird, kieselsaures Natron wird erzeugt, und das entstandne salzsaure Gas entweicht in die mit Wasser gefüllten Vorlagen. Allein nur ein geringer Theil Salz wird auf solche Weise zersetzt, da die dazu erforderliche Hitze sehr

grofs sein mufs. — Auf Salinen bedient man sich der Salzmutterlauge, welche hauptsächlich Chlormagnesium enthält, destillirt mit Schwefelsäure, gewinnt eisenhaltige Salzsäure, mit Hydrobromsäure gemischt, und eine saure Lauge, welche schwefels. Magnesia enthält, und mit Magnesia und Kalkhydrat, aus salzs. Magnesia durch Kalkmilch gefällt, neutralisirt wird.

Jetzt wendet man vorzugsweise Schwefelsäure zu diesem Zweck an. Man destillirt Kochsalz mit Schwefelsäure entweder in grofsen gläsernen Retorten, welche jedesmal verloren gehen, indem der Rückstand der Destillation, schwefels. Natron, so fest an den Wänden haftet, dafs man den Salzkuchen nicht anders ablösen kann, als durchs Zerschlagen der Retorten, und legt einfache gläserne Vorlagen mit Flufswasser gefüllt vor, welche lutirt werden; oder man wendet eiserne Destillationsgeräthschaften an. In England bedient man sich eiserner Destillirblasen mit irdnen Helmen und Helmrohr, letztere haben zum Einfüllen der Schwefelsäure eine fest zu verschliefsende Oeffnung; die Entwickelung des Gases geschieht anfänglich ohne alle Wärme, so wie die Gasentwickelung langsamer erfolgt, giebt man allmälig steigende Hitze. Das Helmrohr geht in eine irdne Flasche mit 2 Hälsen, und aus dieser ein irdnes Rohr in eine zweite, dritte, dann endlich ein Ausführungsrohr für das nicht kondensirte Gas in einen Wasserbehälter; die Flaschen werden zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Es dürfte auffallend erscheinen, dafs Gufseisen der Einwirkung der Schwefel- und Salzsäure widersteht; es greifen aber conc. Schwefelsäure, starke Salzsäure Eisen in der Rothglühhitze sehr unbedeutend an, während sie es ohne Erhöhung der Temperatur weit stärker auflösen. Sodann bildet sich auch innerlich eine Kruste von Eisenoxyd, welche der Einwirkung der Säuren bedeutend widersteht. Statt eiserner Destillirblasen hat man in Frankreich und bei uns eiserne Cylinder (Retorten) angewendet.

Tafel IV. Fig. 9. zeigt einen Salzsäuredestillationsofen im Längen- und Fig. 10. im Querdurchschnitt. a der Rost, b der Feuerraum, in welchem je 2 cylinderförmige, gufseiserne Retorten c, c neben einander liegen. Sie sind 1,65 Meter lang, 0,5 M. im Durchmesser und 0,03 M. stark; sie fassen 80 Kilogramme Salz ($1\frac{3}{5}$ Centner). d der Aschenfall, e, e gufseiserne Deckel zum Verschlufs der beiden offnen Enden der Cylinder, f eine Röhre in dem hintern Deckel, um die Säure einfüllen, g ein anderes Rohr in dem vordern, um das irdne, gekrümmte Gasrohr h einbringen zu können. i eine dreihälsige irdne Flasche, *bonbonne*, k eine Sicherheitsröhre, l ein Rohr zur Verbindung mit der zweiten Flasche, m, m etc. Züge, n der Schornstein.

Nachdem das Salz eingetragen und Feuer angezündet worden, werden 80$\frac{0}{0}$ conc. Schwefelsäure von 66° B., oder 83,25$\frac{0}{0}$ einer Säure von 64° B. (etwa 1,80) mittelst eines gebognen bleiernen

Trichters eingebracht. Die dreihälsigen Flaschen stehen entweder mit einander in Verbindung wie beim *Woulf*schen Apparat, oder so, dafs alle Flaschen der vordersten Reihe unter einander verbunden sind, und die letzte am einen Ende mit der ersten der hintern Reihe kommunicirt, welche gleichfalls alle unter einander durch Röhren verbunden sind. Sie sind sämmtlich zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Ist es irgend ausführbar, so mufs man die Flaschen der ersten Reihe in Wasser eintauchen lassen, welches in entgegengesetzter Richtung von derjenigen, in welcher das Gas durch dieselben zieht, langsam zuströmt. In den Flaschen der ersten Reihe wird eine minder reine, Schwefelsäure, Chloreisen, auch etwas schwefels. Natron enthaltende Salzsäure, dagegen in den der zweiten eine reinere Säure sich ansammeln. Man gewinnt auf diese Art von 100 Theilen Seesalz 130 Theile Salzsäure von 1,19 specifischem Gewicht, oder 23° B.; das erhaltne schwefels. Natron, *Sulfate de Soude des cylindres,* darf kein unzersetztes Salz enthalten, es beträgt im krystallisirten Zustand 208 bis 210 Theile. Das als Nebenprodukt hiebei gewonnene schwefels. Natron wird meist auf Soda (kohlens. Natron) verarbeitet, zu welchem Bedarf in Frankreich obige Zersetzung des Kochsalzes durch Schwefelsäure in grofsen Massen betrieben wird. Man hat oft das salzsaure Gas zum grofsen Theil in die Luft entweichen lassen, was zu vielen Rechtsstreitigkeiten Anlafs gegeben, da dasselbe die Vegetation zerstört und der Gesundheit nachtheilig ist. Später suchte man das salzs. Gas, welches man nicht auffangen wollte, an Kalk zu binden, man leitete dasselbe in lange, mit Kalksteinnieren gefüllte Kanäle, die abfallend in Wasser sich mündeten, damit der sich bildende salzs. Kalk einen Abflufs ins Wasser habe.

Die Apparate, deren man sich statt der gufseisernen Cylinder bediente, *appareil à bastringues*, findet man im D. t. T. 1. p. 88. und T. 19. p. 434. D. p. J. Bd. 9. S. 421. angegeben.

Die gewöhnliche im Handel vorkommende Salzsänre ist verunreinigt: 1) durch Schwefelsäure, 2) durch schwefels. Natron, 3) Chloreisen, 4) durch Chlorgas, 5) schweflige Säure, und 6) durch hineingefallne organische Körper (Stroh, Kork etc.) bräunlich gefärbt. Die ersten beiden Verunreinigungen sind die Folge einer raschen Entwickelung des salzs. Gases; man kann sie durch Anwendung eines Flaschenapparats möglichst vermeiden, indem sich dieselben in der ersten Flasche vom Gas trennen, so dafs die zweite und dritte eine reinere Säure enthält. Chloreisen kommt sowohl von einem Eisengehalt des Salzes, als auch von dem etwa angewendeten Eisenvitriol, oder dem eisernen Apparat her; auch dieses wird sich nur in der Flüssigkeit der ersten Flasche finden. Chlorgas rührt von einem Gehalt an Salpetersäure in der angewendeten Schwefelsäure her, indem durch jene etwas Salzsäure zer-

legt und Chlor frei wird. Schweflige Säure ist durch Zersetzung eines Theils Schwefelsäure vermittelst organischer Stoffe erzeugt.

Man entdeckt den Chlorgehalt dadurch, daſs man kleine Stückchen Blattgold in die Säure bringt, und beobachtet, ob sie verschwinden, oder nicht (vergleiche oben Seite 189); einen Gehalt an Schwefelsäure mittelst salzs. Baryt; schwefels. Natron durchs Abdampfen der Salzsäure, wobei dasselbe im Rückstand bleibt; man erkennt es durch Krystallisation und Verhalten gegen Barytsalz und Weinsteinsäure. Chloreisen färbt die Salzsäure citronengelb, und wird durch hydrothions. Ammoniak, welches einen schwarzen, durch Ammoniak, welches einen braunen Niederschlag verursacht, entdeckt. Eisenhaltige Salzsäure läſst sich durch Rektifikation nicht reinigen, man muſs das Kochsalz, wenn es eisenhaltig ist, vorher mit Kalk reinigen. — Um chemisch reine Säure darzustellen, muſs man einen Glasapparat und destillirtes Wasser anwenden, das Destillat über $\frac{1}{12}$ Kochsalz rektificiren, um die anhängende Schwefelsäure an Natron zu binden; die letzten Spuren entfernt man mittelst salzs. Baryt.

Die tropfbar-flüssige Salzsäure ist farblos, meist aber von hineingefallnen organischen Stoffen, oder von einem geringen Gehalt an Chlor, etwas gelblich gefärbt; sie stöſst an der Luft dicke weiſse, sehr stechend riechende, saure Dämpfe aus, indem stets ein Antheil salzs. Gas entweicht und den in der Luft enthaltnen Wasserdampf kondensirt; specifisches Gewicht der concentrirtesten 1,21 *E. Davy*, 1,208 *Thénard*. Sie hat einen sauren, ätzenden, etwas bitterlichen Geschmack, zerstört vegetabilische, weniger thierische Materien, und kann durch Wasser in jedem Verhältniſs verdünnt werden. Sie kocht sehr leicht bei wenigen Graden über der Temperatur, bei welcher sie dargestellt wurde, es entweicht so lange salzs. Gas, bis sie auf eine Dichtigkeit von 1,09 herabgekommen ist, welche nach *Dalton* bei 110° kocht und unverändert sich destilliren läſst. Die im Handel vorkommende Salzsäure hat ein specifisches Gewicht von 1,09, 1,12, 1,15, 1,18.

T a b e l l e n

über die relative Dichtigkeit der flüssigen Salzsäure und den Gehalt derselben an salzsaurem Gas.

1) Von *Ure*.

Säure von 1,20 in 100 Theil.	Specif. Gewicht.	Chlorgehalt.	Salzsaures Gas.	Säure von 1,20 in 100 Theil.	Specif. Gewicht.	Chlorgehalt.	Salzsaures Gas.
100	1,2000	39,675	40,777	96	1,1928	38,089	39,146
99	1,1982	39,278	40,369	95	1,1910	37,692	38,738
98	1,1964	38,882	39,961	94	1,1893	37,296	38,330
97	1,1946	38,485	39,554	93	1,1875	36,900	37,923

Digitized by Google

Säure von 1,20 in 100 Theil.	Specif. Gewicht.	Chlorgehalt.	Salzsaures Gas.	Säure von 1,20 in 100 Theil.	Specif. Gewicht.	Chlorgehalt.	Salzsaures Gas.
92	1,1857	36,503	37,516	46	1,0919	18,250	18,757
91	1,1846	36,107	37,108	45	1,0899	17,854	18,349
90	1,1822	35,707	36,700	44	1,0879	17,457	17,941
89	1,1802	35,310	36,292	43	1,0859	17,060	17,534
88	1,1782	34,913	35,884	42	1,0838	16,664	17,126
87	1,1762	34,517	35,476	41	1,0818	16,267	16,718
86	1,1741	34,121	35,068	40	1,0798	15,870	16,310
85	1,1721	33,724	34,660	39	1,0778	15,474	15,902
84	1,1701	33,328	34,252	38	1,0758	15,077	15,494
83	1,1681	32,931	33,845	37	1,0738	14,680	15,087
82	1,1661	32,535	33,437	36	1,0718	14,284	14,679
81	1,1641	32,136	33,029	35	1,0697	13,887	14,271
80	1,1620	31,746	32,621	34	1,0677	13,490	13,863
79	1,1599	31,343	32,213	33	1,0657	13,094	13,456
78	1,1578	30,946	31,805	32	1,0637	12,697	13,049
77	1,1557	30,550	31,398	31	1,0617	12,300	12,641
76	1,1537	30,153	30,990	30	1,0597	11,903	12,233
75	1,1515	29,757	30,582	29	1,0577	11,506	11,825
74	1,1494	29,361	30,174	28	1,0557	11,109	11,418
73	1,1473	28,964	29,767	27	1,0537	10,712	11,010
72	1,1452	28,567	29,359	26	1,0517	10,316	10,602
71	1,1431	28,171	28,951	25	1,0497	9,919	10,194
70	1,1410	27,772	28,544	24	1,0477	9,522	9,786
69	1,1389	27,376	28,136	23	1,0457	9,126	9,379
68	1,1369	26,979	27,728	22	1,0437	8,729	8,971
67	1,1349	26,583	27,321	21	1,0417	8,332	8,563
66	1,1328	26,186	26,913	20	1,0397	7,935	8,155
65	1,1308	25,789	26,505	19	1,0377	7,538	7,747
64	1,1287	25,392	26,098	18	1,0357	7,141	7,340
63	1,1267	24,996	25,690	17	1,0337	6,745	6,932
62	1,1247	24,599	25,282	16	1,0318	6,348	6,524
61	1,1226	24,202	24,874	15	1,0298	5,951	6,116
60	1,1206	23,805	24,466	14	1,0279	5,554	5,709
59	1,1185	23,408	24,058	13	1,0259	5,158	5,301
58	1,1164	23,012	23,650	12	1,0239	4,762	4,893
57	1,1143	22,615	23,242	11	1,0220	4,365	4,486
56	1,1123	22,218	22,834	10	1,0200	3,968	4,078
55	1,1102	21,822	22,426	9	1,0180	3,571	3,670
54	1,1082	21,425	22,019	8	1,0160	3,174	3,262
53	1,1061	21,028	21,611	7	1,0140	2,778	2,854
52	1,1041	20,632	21,203	6	1,0120	2,381	2,447
51	1,1020	20,235	20,796	5	1,0100	1,984	2,039
50	1,1000	19,837	20,388	4	1,0080	1,588	1,631
49	1,0980	19,440	19,980	3	1,0060	1,191	1,124
48	1,0960	19,044	19,572	2	1,0040	0,795	0,816
47	1,0939	18,647	19,165	1	1,0020	0,397	0,408

2) Von *E. Davy.*

(bei 45° F. 7,22° C.)

Specif. Gewicht.	Salzsaures Gas Prozente.	Specif. Gewicht.	Salzsaures Gas Prozente.	Specif. Gewicht.	Salzsaures Gas Prozente.	Specif. Gewicht.	Salzsaures Gas Prozente.
1,21	42,43	1,15	30,30	1,09	18,18	1,04	8,08
1,20	40,80	1,14	28,28	1,08	16,16	1,03	6,06
1,19	38,38	1,13	26,26	1,07	14,14	1,02	4,04
1,18	36,36	1,12	24,24	1,06	12,12	1,01	2,02
1,17	34,34	1,11	22,30	1,05	10,10		
1,16	32,32	1,10	20,20				

Man bedient sich der Salzsäure in der Technik zu verschiednen Zwecken, zur Bereitung von Metallauflösungen, von Chlorzinn, Chloreisen (Salzsäure löst auch Zink auf); zum Schönen der Farben; zur Darstellung des Königswassers, des Chlors, Chlorkalks, der Gallert aus Knochen etc.

Bringt man Salzsäure mit Basen in Berührung, so zersetzen sich beide, es entsteht ein Chlormetall und Wasser, jedoch werden hierdurch nur die niedern Chlorverbindungen der Metalle, die Chlorüren, nicht die höhern, mit Chlor gesättigten, Chloride, erhalten, welche man nur vermittelst Königswasser oder Chlorgas darstellen kann. Die sogenannten salzsauren Salze, *Muriates*, *Hydrochlorates*, sind also nicht aus Salzsäure und Basen bestehend, sondern es sind Chlormetalle, sowohl mit chemisch gebundnem Wasser, als auch ohne dasselbe; sie lösen sich in Wasser, in Alkohol auf, und zerlegen nur dann das Wasser, wenn sie mit stärkern Säuren behandelt werden, nur erst dann entwickelt sich Salzsäure aus ihnen, wogegen ein ganz wasserfreies Chlormetall (Chlornatrium) mit wasserfreier Schwefelsäuro keine Salzsäure liefert (vergleiche oben Seite 195). Die basisch salzs. Salze sind als Verbindungen von Chlormetallen mit Metalloxyden zu betrachten; saure salzs. Salze giebt es nicht.

Mischt man Salz- und Salpetersäure, so erhält man das sogenannte Königswasser, Goldscheidewasser, *Eau régale, Aqua Regis,* welches seinen Namen dem Umstand verdankt, daſs es Gold, den König der Metalle bei den Alchemisten, auflöst; man nennt dasselbe auch wohl Salpeter-Salzsäure, *Acide nitro-muriatique, Ac. hydro-chloronitrique, Nitro-muriatic acid.* Die quantitativen Verhältnisse beider Säuren werden theils durch ihre specifische Dichtigkeit, theils durch Verschiedenheit der Anwendung, welche man von dem Gemisch machen will, bestimmt. Man nimmt auf 1 Theil Salpetersäure 3, 4, ja wohl 6 Theile Salzsäure, indem in gewissen Fällen ein Ueberschuſs an Salzsäure förderlich

ist, namentlich bei der Auflösung von Zinn, (Eisen, Zink), aber auch umgekehrt auf 1 Theil Salzsäure 2 bis 3 Theile Salpetersäure.

Salzsäure $(2\,\bar{H}\bar{Cl})$

Chlor $(2\,\bar{Cl})$ { Chlor + Wasserstoff } Wasser $(2\,\dot{\bar{H}})$
Salpetrige Säure $(\dddot{\bar{N}})$ { Salpetrige Säure + Sauerstoff }

Salpetersäure $(\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}})$

Beim Zusammenmischen beider Säuren erfolgt eine Zersetzung, der Wasserstoff der Salzsäure verbindet sich mit einem Theil des Sauerstoffs der Salpetersäure zu Wasser, Chlor wird entwickelt, salpetrige Säure erzeugt; die beiden letztern bleiben an das Wasser, welches beide Säuren mit sich führen, gebunden. Die gegenseitige Zersetzung beider Säuren schreitet nur so weit vor, bis das Wasser derselben mit Chlor gesättigt ist; ist dies erreicht, so bleibt der Rückstand von beiden so lange unzersetzt, bis das in der Flüssigkeit vorhandne Chlor theils entwichen, theils mit Körpern in Verbindung getreten ist.

Früher stellte man das Königswasser auf eine andere Art dar, man löste Kochsalz, oder Salmiak, in Salpetersäure (Scheidewasser) auf; dieses Verfahren wird auch noch jetzt in einzelnen Fällen angewendet. Erklärung. Wenn Chlornatrium, oder Chlorammonium, in Salpetersäure geschüttet werden, so wird ein Theil der Säure zur Oxydation des Natriums zu Natron, oder zur Umwandlung des Ammoniums in Ammoniak verwendet, wodurch salpetrige Säure erzeugt und Chlor abgeschieden wird; der andere Theil der Salpetersäure bildet mit den Basen salpetersaure Salze, welche aufgelöst bleiben. Da man meist zur vollkommnen Entmischung jener Salze nicht genug Salpetersäure anwendet, so bleiben entsprechende Quantitäten derselben unzersetzt aufgelöst. Auf 1 Theil Salmiak nimmt man 2 bis 3 Theile Salpetersäure, auf Kochsalz etwas weniger.

Obschon dieses Verfahren, namentlich bei Anwendung des Salmiaks, nicht eben wohlfeil ist, indem Salzsäure wohlfeiler, so gewährt es doch in gewissen Fällen, namentlich beim Auflösen des Zinns zur Zinnsolution, den Vortheil, dafs das erzeugte Chlorzinn sich mit noch unzersetzt vorhandnem Salmiak verbindet, welche Verbindung durch Wasser nicht so leicht zersetzt wird, als Chlorzinn allein, auch durch den Sauerstoff der Luft nicht so schnell sich verändert. (Endlich hat man auch um Königswasser darzustellen Salpeter (salpeters. Kali) in Salzsäure aufgelöst; hier erzeugt sich Chlorkalium, salpetrige Säure, Wasser, und Chlor wird entwickelt.)

Das Königswasser hat eine gelbe Farbe, riecht nach Chlor und salpetriger Säure, jedoch nur dann ausgezeichnet, wenn man

beide Säuren in concentrirtem Zustand vermischte; im Fall es überschüssige concentrirte Salzsäure enthält, raucht es. Es besitzt einen sehr ätzenden Geschmack, entbindet beim Erwärmen eine Menge salpetrigsauren Dampf und Chlorgas, färbt sich dunkler. Es löst schon ohne Temperaturerhöhung fast alle Metalle auf, mit Ausnahme von Chrom, Titan, Tantal, Osmium, Rhodium, Iridium; die beiden letztern, besonders das Rhodium sehr beträchtlich, lösen sich mit Platin in Verbindung etwas auf. Silber löst sich nicht im Königswasser, verbindet sich aber mit dem Chlor zu unauflöslichem Chlorsilber. Die übrigen Metalle geben, indem sie sich, unter Entweichen von salpetriger Säure, mit dem Chlor des Königswassers verbinden, auflösliche Chloride, wie z. B. Eisen, Zinn; Gold und Platin werden vorzugsweise in dieser Flüssigkeit aufgelöst, nicht von Salzsäure oder Salpetersäure allein, (obschon Gold auch von Selensäure, Gold und Platin von einem Gemisch der Selen-, Hydrobrom- und Salpetersäure, von Chromsäure, Vanadsäure mit Salzs. gemischt aufgelöst werden.)

Auf der Eigenschaft des Königswassers Gold, nicht Silber, aufzulösen, beruht der Name Goldscheidewasser, weil man dadurch Silber von Gold scheiden kann, wenn viel Gold mit wenig Silber verbunden ist. Dafs es das Chlor ist, welches die Metalle auflöst, und nicht die salpetrige Säure, ist dadurch erwiesen, dafs auch das gewöhnliche Chlorwasser Metalle, selbst Gold auflöst (vergl. oben Seite 189). Schwefel, Phosphor, Selen, Bor, Kohlenstoff wirken auf das Königswasser gleichfalls entmischend, aber auf die salpetrige Säure desselben, indem sie derselben Sauerstoff entziehen. Deshalb gebraucht man auch das Königswasser um Schwefelmetalle zu zersetzen. Man bedient sich desselben vorzüglich zum Auflösen von Gold, Platin, Zinn, stark verdünnt zum Weifsmachen der Seide.

Verbindungen des Chlors mit Kohlenstoff. Man kennt 4 Verbindungen, welche sämmtlich nur auf indirektem Weg dargestellt worden sind. Sie sind theils krystallisirbar, theils nur im tropfbaren Zustand bekannt, von starkem Geruch, meist flüchtiger als Wasser; in Wasser nicht, aber in Alkohol, Aether, den Oelen lösbar, brennbar.

Chlor verbindet sich mit Kohlenoxydgas durch den Einflufs des Lichts zu einem Gas, welches Phosgengas genannt worden ist. Chlor erzeugt durch lang fortdauernde Einwirkung auf Alkohol eine besondere Verbindung mit Kohlen- und Sauerstoff, genannt Chloral.

Mit ölbildendem Kohlenwasserstoffgas verbindet sich Chlorgas zu einer ölartigen, farblosen Flüssigkeit, Chloräther, (Oel des ölbildenden Gases), von ätherisch angenehmen Geruch, süfslich aromatischem Geschmack, spec. Gewicht 1,22 bei 7°; sie kocht bei 86°, verbrennt mit gelblich-weifser Flamme, deren unterer Saum grün gefärbt, besteht aus gleichen Volum Chlor- und Kohlenwasserstoffgas, oder aus 71,33 Chlor

und 28,67 Kwstoff, löst sich in Wasser wenig, leicht in Alkohol und Aether.

Chlor verbindet sich mit Schwefel in zwei Verhältnissen, beide Verbindungen sind flüssig, die mit viel Chlor siedet leichter als Wasser; beide verbreiten durch ihre Dämpfe einen heftigen Gestank, zersetzen sich mit Wasser in Berührung, es erzeugen sich schweflige Säure, Salzsäure (und unter Umständen scheidet sich auch Schwefel ab).

Aehnlich verhalten sich die Verbindungen des Chlors mit Selen nnd Phosphor, sie sind auch flüchtig, stinkend, zersetzen das Wasser.

Achtes Kapitel.

Vom Jod.

Das Jod *), Jodine, *Jode, Jodine,* (J), wurde 1812 von *Courtois* entdeckt, von *Gay-Lussac, Davy* untersucht und 1813 beschrieben. Es kommt nicht frei vor, sondern an verschiedne Metalle gebunden, besonders an Kalium, Natrium im Steinsalz den Salzsoolen Deutschlands und anderer europäischer Länder, in Mineralwassern, im Meerwasser; Jodkalium hauptsächlich im Seetang an der Nordküste von Frankreich, den Niederlanden, England, Schottland, Irland, auch an den Küsten der Ostsee, obschon dort die Tangarten sehr arm an Jod sind. Auch der Badeschwamm, das Wurmmoos, Polypen und Mollusken, Torf enthalten Jod. Neuerdings hat man es in einem mexikanischen Silbererz, im schlesischen Galmei, in einem südamerikanischen Bleierz entdeckt.

Darstellung des Jods. Man verfertigt an der Nordküste von Frankreich durchs Einäschern der Tangarten eine Sorte Soda von sehr geringem Gehalt an kohlens. Natron, welche *Varec* heiſst, in England aus Strandpflanzen, die nicht viel reichhaltigere *Kelp*soda. (Das Nähere hierüber unter „kohlens. Natron.") Diese Sodasorten enthalten verschiedne Salze, als kohlens., salzs., schwefels. Natron, schwefels. Kali, Kalk, Schwefelnatrium, schwefligs. Natron, Jodkalium. Laugt man dieselben aus, läſst die Lauge krystallisiren, so schieſsen die mehrsten krystallisirbaren Salze an, und es bleibt eine Mutterlauge zurück, welche auſser etwas Kochsalz und Schwefelnatrium etc. Jodkalium enthält. Aus dieser Mutterlauge stellt man das Jod dar. Man schüttet dieselbe in einen glasurten irdnen Ballon, setzt einen tubulirten gläsernen Helm auf, dessen Helmrohr in eine irdne Vorlage geleitet wird,

*) Veilchenblau, nach der Farbe des Dampfs benannt.

Digitized by Google

welche man kalt hält. Man setzt conc. Schwefelsäure im Ueberſchuſs hinzu, worauf sich sogleich Schwefelwasserstoffgas, salzsaures und hydriodsaures Gas entwickeln, welches letztere sich in Berührung mit Schwefelsäure zersetzt, indem schwefligsaures Gas, Wasser sich bilden und Jod in Dämpfen abgeschieden wird, welche sich in der Vorlage zu kleinen Krystallen kondensiren. Das so gewonnene durch Brom und Wasser verunreinigte Jod wäscht man mit wenig Wasser ab, preſst es zwischen Flieſspapier, wäscht es noch einmal mit sehr schwach alkalischem Wasser, und unterwirft es einer Sublimation.

Früher setzte man bei der Darstellung des Jods Braunstein zu; dies ist aber nachtheilig, weil dadurch auch gleichzeitig Chlor entwickelt wird, welches sich mit Jod verbindet, wodurch ein Theil Jod, welches als Chloriod im Wasser aufgelöst bleibt, verloren geht. — Man hat auch den alkalischen Rückstand von der Darstellung der Natronlauge aus Kelp, welche die Seifensieder in Schottland gebrauchen, zur Gewinnung von Jod benutzt; man schlägt aus derselben mittelst einer Lösung von Kupfer- und 2¼ Eisenvitriol Jodkupfer nieder, welches getrocknet mit Braunstein in einer Retorte geglüht wird. *Soubeiran* in D. p. J. Bd. 26. S. 149. — Jod wird nicht selten mit Kohlenpulver, Graphit verfälscht, welches man durch eine Sublimation entdeckt; auch wird es angefeuchtet in den Handel gebracht, damit es schwerer wiege.

Das Jod bildet dunkelgraue, krystallinische Blättchen, die ausgebildeten Krystalle sind längliche Oktaëder mit rhombischer Basis, sie besitzen Metallglanz, ein specifisches Gewicht von 4,946 bei 16,5°, einen eignen, dem Chlor ähnlichen Geruch. Es verdampft bei der mittlern Lufttemperatur, schmilzt bei 107°, kocht bei 175° und bildet schön dunkelviolet gefärbte Dämpfe, deren specifisches Gewicht 8,695 ist; es ist der schwerste zur Zeit bekannte Dampf. Das Jod schmeckt kratzend, scharf, und der Geschmack hält lange an, es färbt Papier, Haut braun, jedoch werden beide bald wieder durch Verdunsten des Jods entfärbt; es leitet die Elektricität nicht, löst sich in 7000 Theilen Wasser, welches dadurch safrangelb gefärbt wird, in 10 Theilen Alkohol, in Aether, in Terpenthinöl, mit braunrother Farbe auf. Die wäſsrige Auflösung bleicht nicht, entbindet auch kein Sauerstoffgas im Sonnenlicht, sondern es bildet sich Hydriod- und Jodsäure. Merkwürdig ist das Verhalten des Jods zum Stärkemehl; eine Auflösung desselben wird nämlich dadurch intensiv indigblau, auch selbst schwarzblau, röthlichblau gefärbt, und ist so empfindlich gegen die Wirkung des Jods, daſs die kleinste Menge (ein Milliontheil) Jod in einer Flüssigkeit dadurch erkannt werden kann. Nicht alle Abarten des Stärkemehls besitzen diese Eigenschaft, nur das gewöhnliche Stärkemehl, nicht das Inulin und Flechtenstärkemehl.

Jod findet kaum eine technische Anwendung, man gebraucht es zur Darstellung von rothem Jodquecksilber; in der Medicin, als Reagens auf Stärkemehl.

Jod verbindet sich mit Sauerstoff in zwei Verhältnissen.

1) Jodsäure, *Acide iodique*, *Jodic acid*, ($\ddot{\bar{\text{I}}}$), erhält man aus dem iods. Natron durch Kieſelfluſssäure, aus iods. Baryt durchs Kochen mit verdünnter Schwefelsäure.

Eine weiſse, halbdurchsichtige Substanz, krystallisirt in 6seitigen durchsichtigen Tafeln, geruchlos, von saurem, scharfem, zusammeziehendem Geschmack, schwerer als Schwefelsäure, röthet Lackmuspapier, zerstört aber dessen Farbe, schmilzt bei einer Temperatur von etwa 300°, verflüchtigt und zersetzt sich dabei in die Bestandtheile. Sie besteht aus: 75,94 Jod und 24,06 Sauerst., oder aus 2 Vol. Joddampf und 5 Vol. Sstgas, löst sich leicht in Wasser auf, oxydirt die meisten Metalle, selbst Gold und Platin; trocken detonirt sie mit Schwefel, Phosphor erhitzt. Sie giebt mit den Basen jodsaure Salze, *Jodates*, welche neutral meistens schwer löslich sind; dieselben entbinden, wie die chlors. Salze, Sauerstoffgas in der Hitze, detoniren mit brennbaren Körpern.

2) Ueberiodsäure, *Acide oxiodique*, *Oxiodic acid*, ($\ddot{\ddot{\bar{\text{I}}}}$), gewinnt man durch Zersetzung des überiods. Silberoxyds mittelst Wasser, wobei sich das Silberoxyd abscheidet.

Sie bildet farblose, nicht zerflieſsende Krystalle, die sich leicht in Wasser lösen, durch erhöhte Temperatur Sauerstoffgas abgeben und zu Jodsäure werden; sie besteht aus 69,275 Jod und 30,725 Sauerst., oder aus 2 Vol. Joddampf und 7 Vol. Sauerstoffgas. zersetzt Salzsäure in Chlor, und wird dabei zu Jodsäure, sie bildet die überiodsauren Salze, *Oxiodates.*

Hydriodsäure, hydriodsaures Gas, *Acide hydriodique*, *Hydriodic acid*, ($\bar{\text{H}}\bar{\text{I}}$), erhält man gasförmig, wenn Phosphor mit 9 Theilen Jod vermengt, das Gemeng befeuchtet und gelind erwärmt wird. Hiebei findet eine Wasserzersetzung statt, es bilden sich phosphorige Säure und hydriodsaures Gas, welches über Quecksilber aufgefangen wird.

Es ist farblos, von saurem, stechendem Geruch, specifisches Gewicht 4,4288 *Gay-Lussac*, 4,37 *Berzelius*, das schwerste aller Gase, zieht an der Luft Wasserdampf an, verbreitet weiſse Dämpfe, röthet Lackmuspapier mächtig, besteht aus: 99,21 Jod und 0,79 Wasserst., oder aus gleichen Volum Jdampf und Wstgas. Es wird durch Sauerstoffgas in der Rothglühhitze zersetzt, indem sich Wasser bildet und Jod abscheidet, ähnlich wirkt Chlor, welches sich mit dem Wasserstoff zu Salzsäure verbindet, und Jod theils abscheidet, theils mit demselben Chloriod bildet; durch Metalloxyde wird es ebenfalls entmischt, es bilden sich Jodmetalle und Wasser. Es wird vom Wasser in bedeutender Menge aufgenommen, wodurch man tropfbar-flüssige Hydriodsäure erhält; man kann jedoch dieselbe auch dadurch erhalten, daſs man in Wasser, in welchem Jod fein zertheilt ist, Schwefelwasserstoffgas leitet, wobei Schwefel abgeschieden wird.

Die flüssige Hydriodsäure ist farblos, von saurem Geschmack und

stechend saurem Geruch, specif. Gewicht 1,71, sie kocht bei 128°, verbreitet weiſse, stechend saure Dämpfe; an der Luft bräunt sie sich, indem durch den Sauerstoff derselben ein Theil der Hydriodsäure sich entmischt, wodurch sich etwas Wasser bildet und Jod frei wird, welches sich in der übrigen Hydriods. auflöst. Die Hydriodsäure giebt mit Basen, durch gegenseitige Entmischung, Wasser und Jodmetalle, welche man gewöhnlich hydriodsaure Salze, *Hydriodates*, nennt; sie lösen sich in Wasser, gröſstentheils auch in Alkohol auf.

Die Verbindungen des Jods mit Kohlenstoff, Kohlenwasserstoff, Schwefel, Phosphor etc. sind denen des Chlors sehr analog.

Neuntes Kapitel.

Vom Brom.

Das Brom *), *Brôme*, *Brom*, (Br.), wurde von *Bâlard* 1826 in der Seesalzmutterlauge im südlichen Frankreich entdeckt; es findet sich auch in dem Seetang und der daraus gefertigten Varecsoda an Magnesium gebunden. Man hat es in vielen Salzsoolen, im Wasser des todten Meeres, im Badeschwamm entdeckt.

Man stellt es aus der Salzmutterlauge dar, man behandelt dieselbe mit Chlorgas, wodurch das Brom aus der Verbindung mit dem Magnesium geschieden wird; hierauf bringt man die Flüssigkeit mit Schwefeläther in Berührung, welcher Brom auflöst. Zur ätherischen Auflösung wird Kali hinzugefügt, wodurch sowohl broms. Kali als auch Bromkalium sich erzeugen, welche sodann abgedampft mit Schwefelsäure und Braunstein einer Destillation unterworfen werden, wobei Bromdämpfe übergehen und im vorgeschlagnen Wasser Brom niedersinkt. Vom Wasser wird es durch eine Destillation über Chlorcalcium gereinigt.

Das Brom ist bei der gewöhnlichen Lufttemperatur eine dunkelrothe, fast schwarzrothe Flüssigkeit, erscheint beim durchgehenden Licht in dünnen Lagen hyacinthfarben, riecht sehr widrig, dem Chloroxydgas ähnlich, schmeckt scharf, widrig, färbt organische Körper vorübergehend dunkelgelb, specifisches Gewicht 2,966; bei — 20° erstarrt es, und erscheint als eine bleigraue, krystallinische, metallglänzende Masse. Es ist flüchtig, kocht schon bei + 47°, giebt dunkelrothe Dämpfe, deren spec. Gewicht über 5,0, leitet die Elektricität nicht, löst sich in Wasser etwas auf, leichter in Alkohol, am leichtesten in Aether, auch in fetten Oelen, färbt eine Abkochung von Stärkemehl pomeranzengelb. Es verbindet sich mit Wasser, ohne es zu zerlegen, zu einem Hydrat, welches bei 0° in rothen Oktaëdern anschieſst, und sich noch bei + 12° erhält, bei einer höhern Temperatur aber in Brom und bromhaltiges Wasser sich zersetzt. Das Hydrat enthält 72$\frac{0}{0}$ Wasser.

*) d. i. stinkender Stoff, da es einen sehr heftigen, durchdringend üblen Geruch besitzt.

Bromsänre, *Acide brômique*, *Bromic acid*, ($\ddot{\ddot{B}}r$), erhält man aus broms. Baryt durch Schwefelsäure, oder aus broms. Kali durch Kieselflufssäure. Eine farblose, sauer schmeckende, fast geruchlose Flüssigkeit, röthet Lackmuspapier und bleicht, besteht aus: 66,18 Brom und 33,82 Sanerst.; wird durch unvollkommen oxydirte, durch Wasserstoff enthaltende Säuren desoxydirt, wobei Brom sich entwickelt. Ihre Salze, bromsaure Salze, *Brômates*, entbinden beim Erhitzen Sauerstoffgas, und detoniren mit brennbaren Körpern.

Hydrobromsäure, *Acide hydrobrômique*, *Hydrobromic acid*, ($\overline{H}Br$), kann sowohl durch unmittelbare Verbindung der Bestandtheile mittelst Wärme oder elektrischer Funken (nicht durchs Sonnenlicht), oder aus Bromphosphor und Wasser durch gegenseitige Zersetzung dargestellt werden.

Es ist ein farbloses Gas, riecht und schmeckt sauer, zieht an der Luft Wasserdampf an, verbreitet weifse Dämpfe, wird weder für sich, noch mit Sauerstoffgas gemengt, in der Glühhitze verändert, durch Chlor zerlegt, welches Brom abscheidet, und salzsaures Gas erzeugt. Es besteht aus: 98,74 Brom und 1,26 Wasserst., oder aus gleichen Volum Brdampf und Wstgas; wird vom Wasser stark verschluckt, wodurch flüssige Hydrobromsäure sich erzeugt. Zur Darstellung derselben destillirt man Bromkalium oder Bromnatrium mit verdünnter Schwefelsäure bei vorgeschlagnem Wasser.

Die tropfbare Hydrobromsäure ist farblos, specifisch schwerer als Wasser, raucht und schmeckt sehr sauer, löst Eisen, Zink, Zinn unter Entwickelung von Wasserstoffgas auf, wird durch Chlor, auch, obschon langsamer, durch Salpetersäure zersetzt, wodurch Brom frei wird und salpetrige Säure sich erzeugt. Diese Flüssigkeit löst, analog dem gewöhnlichen Goldscheidewasser, Gold und Platin auf; eine ähnliche Zersetzung bedingt auch Schwefelsäure. Mit Basen giebt sie Brommetalle, sogenannte hydrobromsaure Salze, *Hydrobrômates*.

Bromkohlenstoff, Br.kohlenwasserstoff, Br.schwefel etc.

Zehntes Kapitel.

Vom Stickstoff.

Stickstoff, Stickstoffgas, *Azote* *), *Nitrogène* **), (N), wurde 1772 von *Rutherford* kennen gelehrt. Es kommt theils in der atmosphärischen Luft vor, 79% dem Raum nach betragend, theils entwickelt es sich aus Mineralquellen, so auf Ceylan, in Süd- und Nordamerika, in den Pyrenäen. Sehr viele organische Substanzen, besonders thierischen Ursprungs, enthalten Stickstoff als Grundbestandtheil.

Dar-

*) D. h. eine zur Unterhaltung des Lebens untaugliche Gasart.

**) D. h. Salpeter(säure) erzeugender Stoff.

Darstellung des Stickstoffgases. Die atmosphärische Luft ist ein Gemeng von Stickstoffgas, Sauerstoffgas, kohlensaurem Gas und Wasserdampf, man kann daher aus derselben, durch Entfernung jener andern Luftarten, Stickstoffgas ausscheiden. Man läſst in einer mit Luft erfüllten, durch Wasser gesperrten, Glocke Phosphor verbrennen, indem man auf eine Korkplatte ein Schälchen stellt, in welchem angezündeter Phosphor sich befindet. Hierdurch wird der Sauerstoff der Luft fast gänzlich verzehrt, aber noch nicht vollkommen, indem die erzeugten Dämpfe der Phosphorsäure das zurückgebliebne Sauerstoffgas umhüllen. Die vollständige Abscheidung des Sauerstoffs wird nun noch durch einige Stangen Phosphor bewirkt, die man ins übriggebliebne Gas bringt. Darauf wird es mit Wasser geschüttelt, in welchem man Kalihydrat aufgelöst hat, um die Kohlensäure zu entfernen. — Man hat das Stickgas auch durch Bleiamalgam (Blei + Quecksilber) aus der atmosphärischen Luft darstellen wollen; das Bleiamalgam verbindet sich nämlich durch mehrstündiges Schütteln mit dem Sauerstoff, und Stickgas bleibt übrig. (Unter Umständen findet sich auch in Gruben Stickgas, wenn nämlich gewisse Fossilien desoxydirend auf die Luft einwirken, und kein gehöriger Wetterwechsel stattfindet.) Andere Darstellungsmethoden. Man erhitzt eine Auflösung von salpetrigs. Ammoniak; das Ammoniak und die salpetrige Säure zersetzen sich, der Wasserstoff des erstern verbindet sich mit dem Sauerstoff der letztern zu Wasser, wobei aus beiden Stickstoff übrig bleibt.

Salpetrige Säure ($\ddot{N}$)
Stickstoff (2 N) { Stickstoff + Sauerstoff
Stickstoff + Wasserstoff } Wasser (3 H)
Ammoniak (H_3N)

Man entbindet Chlorgas und leitet es in verdünnten Salmiakgeist (Ammoniak), wobei sich das Chlor mit dem Wasserstoff zu Salzsäure und diese mit einem Theil des Ammoniaks zu Salmiak verbindet, Stickstoffgas aber frei wird.

Ammoniak (H_3N)
Stickstoff + Wasserstoff
Chlor (3 Cl) } Salzsäure (3 HCl)

Endlich wird auch durch Destillation von magern Fleisch mit $\frac{1}{4}$ Salpetersäure, bei einer Temperatur von 25 bis 30°, Stickgas entbunden, indem die Säure Sauerstoff ans Fleisch abgiebt; das zugleich erzeugte Stickstoffoxydgas wird von einer Eisenvitriolauflösung, durch welche man das Gasgemeng leitet, verschluckt.

Das Stickstoffgas ist farb-, geruch- und geschmacklos, specifisches Gewicht 0,976, 100 Kubikzoll wiegen 0,15475 preuſs.

Loth, 1 Kubikfuſs 2,6702 preuſs. Loth, Lichtbrechungsvermögen 1,020, relative Wärme 1,0318. Es kann das Verbrennen nicht unterhalten, brennende Körper verlöschen in ihm, es ist nicht athmenbar, bringt aus Sauerstoffmangel Erstickung hervor, (matte Wetter der Bergleute), ist nicht brennbar und hat überhaupt zum Sauerstoff eine geringe Verwandtschaft. Mengt man es mit Sauerstoffgas und leitet durch das mit Wasser gesperrte Gemeng elektrische Funken, so erzeugen sich kleine Mengen Salpetersäure, aber nur an den Stellen, wo der elektrische Funke die Gase berührte, verbinden sich dieselben. Von Wasser und Alkohol wird es sehr wenig absorbirt.

Die atmosphärische Luft ist ein Gemeng von 4 Luftarten, von Stickstoff-, Sauerstoff-, kohlensaurem Gas und Wasserdampf. Sie ist farblos, in gröſsern Massen durch Zerstreuung des Lichts blau, geruch- und geschmacklos, abgesehen vom Gehalt an Wasserdampf und kohlensaurem Gas, permanent elastisch-flüssig; man bedient sich des specifischen Gewichts derselben als Einheit für die Bestimmung der specifischen Gewichte der luftförmigen Körper. Im Vergleich mit destillirtem Wasser ist Luft, bei völliger Trockenheit, einer Barometerhöhe von 28″, einer Temperatur von 0°, unter 45° nördlicher Breite, 771,74mal leichter als Wasser; 100 Kubikzolle wiegen dann 0,158564 preuſs. Loth, 1 Kubikfuſs 2,73998 Loth, 11,68 Kubikfuſs 1 Pfund. Sie ist ein schlechter Leiter für Wärme und Elektricität, dehnt sich für jeden Grad der *Celsius*schen Skala beim Erwärmen um 0,00375 ihres Raums aus, den sie bei 0° besitzt; sie ist zum Unterhalten des Verbrennens tauglich, zum Einathmen einzig unter allen Gasarten brauchbar, denn reines Sauerstoffgas reitzt die Lungen zu heftig.

Die Hauptgemengtheile derselben sind: Stickstoff- und Sauerstoffgas. Nach vielfältigen genauen Versuchen ist das Mengenverhältniſs beider Gase im Mittel dem Volum nach = 79 : 21, dem Gewicht nach = 76,91 Stickstoff und 23,09 Sauerstoff. Weder unter der Linie noch unter den kalten Zonen, weder im Sommer noch im Winter, weder auf hohen Bergen, oder überhaupt in höhern Regionen, (aus einer Höhe von 24600 par. Fuſs über dem Meeresspiegel brachte *Gay-Lussac* 1804 bei einer Luftfahrt Luft nach Paris herab), noch in der Tiefe, ist dieses Mengenverhältniſs verschieden, es ist sowohl in der freien Atmosphäre, als auch in Zimmern und sonstigen Räumen gleich. Man hat vor einigen Jahren dieserhalb Versuche in Paris in mit Menschen sehr angefüllten Theatern angestellt, das Resultat bewies, daſs keine bedeutende Abweichung von dem obigen Mittel stattfand. Obschon nämlich Menschen und Thiere Sauerstoff aus der Luft beim Einathmen, Lichte und Lampen beim Verbrennen zur Erzeugung von

Kohlensäure und Wasser gleichfalls jenes Gas verzehren, so vermindert es sich dennoch nicht in Räumen, wenn sie nur nicht vollkommen luftdicht verschlossen sind; und dies sind alle unsre Zimmer, Säle, Schauspielhäuser. Beim dichtesten Verschluſs guter Thüren und Fenster giebt es noch unzählige feinere und gröbere Spalten, Klüfte, Poren, durch welche sich die Luft einen Weg bahnt, selbst, wie wir so häufig erfahren, der feine in der Luft schwebende Staub. (Es ist kaum glaublich, durch welch feine Risse und Spalten, durch gesprungene Glasglocken hindurch z. B. Wasserstoffgas entweichen kann. Aehnlich verhalten sich andere Gase.) Wird nun in verschloſsnen Räumen durchs Athmen vieler Menschen, durchs Verbrennen der Lichte und Lampen Wärme erzeugt, so wird die Luft in den Zimmern sich ausdehnen, wird leichter, dadurch wird das Gleichgewicht mit der äuſsern Luft aufgehoben, und letztere dringt in die dünnere Luft der Zimmer ein. Dadurch findet, selbst bei dem sorgfältigsten Schluſs der Zugänge, ein steter Zufluſs von frischer atmosphärischer Luft und Abfluſs von warmer Luft der Zimmer statt, um so mehr wenn Thüren und Fenster mitunter geöffnet werden. Von einem relativen Mangel an Sauerstoffgas in der Luft kann in obigen Fällen also nicht die Rede sein.

In Betreff des Wasserdampfs, welcher in der Atmosphäre nie fehlt, selbst nicht in der heiſsen und scheinbar trocknen Luft der Sandwüsten Afrikas und Asiens, wird bemerkt, daſs der Gehalt der Luft an Wasserdampf nach Maſsgabe der Jahres- und Tageszeit, der Lufttemperatur, der Lage der Orte rücksichtlich ihrer Erhebung über den Meeresspiegel, der Nähe von Gewässern, oder Sandebnen, von Gebirgen, kultivirtem oder wüstem Land, der herrschenden Winde, lokaler klimatischer Verhältnisse sehr verschieden ist. Die Menge des Wasserdampfs, den die Luft bei verschiednen Temperaturen aufzunehmen im Stande ist, richtet sich nach jenen, so daſs eine wärmere Luft mehr, und eine kältere weniger Dampf aufnimmt, um das Maximum der Feuchtigkeit zu erreichen, so daſs eine dem Gewicht nach geringe Menge Dampf in kalter Luft eine vollkommne Sättigung bewerkstelligen kann, während eine viel gröſsere in heiſser Luft sich unsrer sinnlichen Wahrnehmung durchs Gefühlsorgan zu entziehen vermag. Man schätzt durchschnittlich den mittlern Gehalt der Luft an Wasserdampf 0,01 dem Gewicht nach.

Die Quantität des kohlensauren Gases in der Luft ist verhältniſsmäſsig sehr gering, viel geringer, als man bei der groſsen Masse athmender Menschen und Thiere, verbrennender kohliger Substanzen, gährender und faulender organischer Materien vermuthen sollte. Es verschlucken die Pflanzen unter Vermittlung des Lichts

kohlensaures Gas, zersetzen es in Kohlenstoff und Sauerstoffgas; erstern verwenden sie zu ihrer Organisation, letzteres athmen sie aus. Nach Versuchen, welche *Saussure* eine Reihe von Jahren fortgesetzt hat, ist der Kohlensäuregehalt der Luft im Sommer, sowohl in Städten als auch auf dem Lande, auf Bergen, über Wasser gröſser, als im Winter, wie 1083 : 728 in 1000000 Gewichtstheilen; auch ist die Menge des kohlensauren Gases nicht zu jeder Tageszeit gleich, die mittlere Menge beträgt zur Mittagszeit 0,000490, das Maximum 0,000620, das Minimum 0,000370 dem Volum nach. Während der Nacht ist mehr kohlensaures Gas in der Atmosphäre als bei Tage, wenn das Wetter ruhig ist.

Es stünden demnach, abgesehen von dem Gehalt an Wasserdampf und fremdartigen Beimengungen, die Gemengtheile der atmosphärischen Luft, dem Gewicht nach, in folgendem Verhältniſs zu einander:

23,090	Sauerstoffgas
76,909	Stickstoffgas
0,001	kohlensaures Gas (höchstens)
100,000	atmosphärische Luft.

Einige Chemiker betrachten die atmosphärische Luft als ein Suboxyd des Stickstoffs, als eine chemische Verbindung desselben mit Sauerstoff, weil beide in einem stets sich gleichbleibenden Verhältniſs zu einander stehen, und die Sauerstoffmenge in der Luft fast die Hälfte der Sauerstoffmenge im Stickstoffoxydulgas ist. Dagegen kann mit Grund eingewendet werden, daſs ein konstantes Verhältniſs der Gemengtheile für sich allein noch nicht für eine chemische Verbindung entscheidet, zumal da mit der gröſsten Leichtigkeit der Luft der Sauerstoffgehalt entzogen und dann Sauerstoff wieder zugefügt werden kann, ohne daſs eine Raumesverdichtung dabei stattfände, die nach unsern bisherigen Kenntnissen stets erfolgt, wenn sich Gase in andern Verhältnissen als 1 : 1 dem Raum nach mit einander verbinden. Auch entspricht die Gewichtsmenge des Stickstoffgases in der Luft 23,09 nicht der Hälfte des Sauerstoffs im Sauerstoffoxydulgas, welche 22,03 ist, also um 1,06 geringer sein würde, als sie die Erfahrung giebt. Bringt man atmosphärische Luft mit Wasser in Berührung, so absorbirt dieses die Luft, läſst aber von dem einen oder dem andern mehr oder weniger entweichen. Wäre aber die Luft eine chemische Verbindung, so müſste wohl das Wasser die Luft als solche unverändert in sich behalten, wogegen man in der im Wasser enthaltnen Luft mehr Sauerstoff- und weniger Stickstoffgas findet, als in der atmosphärischen Luft (siehe oben Seite 102). Endlich ist auch das Lichtbrechungsvermögen der atmosphärischen Luft so groſs, als es nach einer Berechnung aus dem Lichtbrechungsvermögen der Gemengtheile sein müſste, indem, wenn es eine chemische Verbindung wäre, das Brechungsvermögen entweder gröſser, oder kleiner sein würde, wie es sonst immer der Fall ist.

Außer diesen vier Gemengtheilen enthält die Luft in der niedern Region, nach Verhältniſs der Umstände, noch andere Gase und Dämpfe beigemengt, z. B. Kohlenwasserstoffgas über Sümpfen, in Steinkohlengruben, Schwefelwasserstoffgas an Schwefelquellen, schwefligs., salzs. Gas an den Kratern der Vulkane, ersteres auch auf Hüttenwerken, wo Schwefelmetalle geröstet werden, letzteres über der See (der nördlichen Erdhälfte) etc.

Chemische Prüfung der Luft.

Man miſst die Elasticität und Spannung der Luft durchs Barometer, die Temperatur derselben durchs Thermometer, den Feuchtigkeitszustand durch hygroskopische Substanzen, wie Chlorcalcium, oder mittelst Hygrometer. Das Verfahren, den Gehalt der Luft an Sauerstoffgas, (kohlensaurem Gas) zu bestimmen, lehrt die Eudiometrie *), die dazu erforderlichen Instrumente nennt man Eudiometer. Um nämlich den Gehalt an Sauerstoff zu erforschen, muſs man aus einem genau gemeſsnen Raum atmosphärischer Luft das Sauerstoffgas durch irgend einen Körper, der bedeutende Verwandtschaft zu demselben besitzt, absorbiren lassen, um aus der Raumesabnahme auf den Sauerstoffgehalt schlieſsen zu können. Zu dem Ende hat man Phosphor, Wasserstoff, Schwefelkalium, (Stickstoffoxydgas) etc. angewendet.

Phosphoreudiometer. Um mit Phosphor die Untersuchung anzustellen, verfährt man zweifach, entweder man läſst denselben in einem schmalen, mit Wasser gesperrten, Gefäſs mit der Luft so lange in Berührung, bis keine Raumesverminderung mehr zu bemerken ist, worauf man den Phosphor entfernt und das Gefäſs luftdicht verschlieſst und schüttelt; oder man zündet in einem eigens dazu geblasenen Probeglas, welches mit Luft gefüllt und mit Wasser gesperrt ist, den in der Umbiegung liegenden Phosphor durchs Erhitzen mittelst einer Weingeistlampe an, worauf derselbe rasch verbrennt. Auch hier ist es nöthig, das Gefäſs zu schütteln. — Im ersten Fall bildet sich, wie Seite 180 bereits gelehrt worden ist, phosphorige auch etwas Phosphorsäure, welche beide mit Wasser, welches sie mächtig anziehen, eine saure Flüssigkeit bilden; im letztern aber nur Phosphorsäure, welche gleichfalls vom Wasser aufgelöst wird. Das Schütteln dient nur die Phosphordämpfe, welche sich in dem Stickstoffgas befinden dürften, zu kondensiren.

Wasserstoffeudiometer. *Volta* lehrte die Luft mit Wasserstoffgas analysiren, und sein Instrument ist nach manchen Vereinfachungen jetzt das gebräuchlichste. (Vergleiche das Seite 42 über das Instrument bereits gesagte und Tafel I. Fig. 28. und 42.)

Soll das Instrument gebraucht werden, so wird der Detonationscylinder mit ausgekochtem destillirten Wasser gefüllt, auf die Brücke einer mit Wasser gefüllten pneumatischen Wanne gesetzt,

*) D. h. die Kunst die Güte der Luft zu messen.

der untere Hahn geöffnet. Man läſst abgemeſsne Mengen atmosphärischer Luft, z. B. 6 Maſs derselben, hineinsteigen, setzt dazu die Hälfte, oder 3 Maſs, reinstes Wasserstoffgas, und leitet einen elektrischen Funken hindurch, worauf ein Verbrennen von Wasserstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft stattfindet. Das durchs Detoniren erzeugte Wasser wird von dem Sperrwasser aufgenommen, welches in die Höhe steigt, da ein bedeutender Theil der vorigen Luftmenge verschwunden ist. Nachdem der Apparat sich abgekühlt hat, setzt man die mit Wasser gefüllte Maſsröhre auf den obern mit Wasser angefüllten Trichter, öffnet den obern Hahn, und läſst so die rückständige Luft in jene einströmen. Ist dieses vollkommen erfolgt, so taucht man das Eudiometer unter Wasser, nimmt die Maſsröhre ab, und beobachtet nun, wie viel die zurückgebliebne Luftmenge noch beträgt. Vergleicht man den Rückstand mit der anfänglichen Menge, so ergiebt sich, wie viel sich durchs Verbrennen aus dem Sauerstoff der Luft und einem proportionalen Theil Wasserstoffgas Wasser gebildet hat. Da nun das Wasser aus 1 Volum Sauerstoff- und 2 Vol. Wasserstoffgas gebildet wird, so ist $\frac{1}{3}$ des zu Wasser umgewandelten Luftgemengs = dem Sauerstoff der abgemeſsnen Menge atmosphärischer Luft. — Beispiel: 100 Vol. atmosph. Luft, 50 Vol. Wasserstoffgas; Rückstand nach der Detonation 87, Absorptionsquantum 63, also $\frac{63}{3} = 21$ der Sauerstoffgehalt der 63 Theile erzeugten Wassers, oder 100 Theile atmosph. Luft. — Statt dieses zusammengesetzten, theuren Instruments bedient man sich zweckmäſsiger einer einfachen, aus starkem, gut gekühlten Glas gefertigten Detonationsröhre, Fig. 16. Tafel I., (vergl. Seite 41.)

Durch *Döbereiner's* Entdeckung ist das Wasserstoffeudiometer vereinfacht worden, indem die Detonation durch einen elektrischen Funken nicht mehr nöthig ist, wodurch mehrere Nachtheile entstanden, als z. B. die gleichzeitige Bildung von salpeters. Ammoniak, die Luftentwickelung in Folge des plötzlichen Drucks aufs Sperrwasser etc. Man verfertigt aus Platinschwamm (siehe Seite 99.) und 4 Theilen Thonerde, welche man genau mit einander mengt, kleine Kugeln, knetet kleine Platinöhsen ein, um die Kugeln mittelst eines Drahts entfernen zu können, glüht sie vorher aus, und bringt sie dann in ein Gemeng von atmosph. Luft und Wasserstoffgas. Der dem Thon beigemengte Platinstaub bedingt eine allmälige Wasserbildung ohne Detonation und Gefahr fürs Instrument wodurch der Sauerstoffgehalt der Luft selbst noch genauer gefunden wird, als auf dem frühern Weg der Detonation, indem hier eine vollkommne Wasserbildung stattfindet.

Man hat auch mittelst Schwefelkalium (Schwefelleber), welches frisch bereitet, in destillirtem Wasser aufgelöst wird, den Sauerstoffgehalt der Luft untersucht; man schüttelt einige Minuten eine abgemeſsne Menge Luft mit jener Auflösung, wodurch der Sauerstoff derselben von

Digitized by Google

dem Schwefelkalium absorbirt wird, indem sich unterschwefligs. Kali bildet. Die Sauerstoffmenge in der Luft wird nach dem Absorptionsquantum geschätzt. (Eine unzuverlässige Methode, indem auch etwas Stickstoffgas dadurch verschluckt wird). Abbildung des *Hope*'schen Instruments in *Brande's Manual of chemistry* Vol. I. p. 382.

Da die Atmosphäre die Erde umgiebt, so sind alle irdischen Gegenstände der steten Einwirkung derselben ausgesetzt, und wir müssen daher bei allen chemischen Erscheinungen, welche nicht geradezu in einem luftleeren, oder in einem mit anderer, sauerstofffreier Luft angefüllten Raum stattfinden, auf den Sauerstoff und dessen mächtigen Einfluſs Rücksicht nehmen. Das Athmen, das Verbrennen, Rosten der Metalle, Gährung und Fäulniſs geben groſsartige Beispiele des Einflusses der atmosphärischen Luft auf die Sinnenwelt. (In wiefern die Luft bei der Heitzung durch Brennmaterialien jeder Art, bei Feuerungsanlagen wirksam ist, haben wir schon früher beim Verbrennen (Seite 76. u. f.) gezeigt, eben so wie man die mit stinkenden Ausflüssen verwesender organischer Körper geschwängerte Luft durch Chlor und namentlich Chlorkalk reinigen kann (siehe Seite 191.).

Der Stickstoff verbindet sich mit Sauerstoff in 4 Verhältnissen, wodurch 2 Oxyde und 2 Säuren gebildet werden.

1) Stickstoffoxydulgas, *Gas protoxide d'Azote*, *Protoxyde of Nitrogen*, *Nitrous oxyde*, (Ṅ̶) von *Priestley* 1772 entdeckt, von *H. Davy* 1800 genauer untersucht, kommt nicht in der Natur vor. Man erhält es durchs Erhitzen von salpeters. Ammoniak in einem Kolben mit Gasröhre, Fig. 7. Tafel I., und fängt es über Wasser auf. Ein Theil des Sauerstoffs der Salpetersäure ($\frac{3}{5}$) verbindet sich dabei mit dem Wasserstoff des Ammoniaks zu Wasser, der Stickstoff des Ammoniaks und der Salpetersäure mit dem übrigen Sauerstoff der letztern ($\frac{2}{5}$) zu Stickstoffoxydul. Die Entmischung erfolgt etwa bei 250°, gröſsere Hitze kann eine Explosion bedingen. (Auch durchs Behandeln des Zinns oder Zinks mit sehr verdünnter Salpetersäure, durch partielle Desoxydation des Stickstoffoxydgases durch Wasserstoffgas, schweflige Säure, kann man Stickstoffoxydulgas erzeugen.)

Es ist farblos, riecht nicht unangenehm, schmeckt süſslich, specifisches Gewicht 1,527, 100 Kubikzoll wiegen 0,2421 pr. Loth, 1 Kubikfuſs 4,18395 pr. Loth, Lichtbrechungsvermögen 1,710, relative Wärme 1,3503; es wird durch groſsen Druck tropfbar-flüssig. Es ist nicht brennbar, unterhält aber das Verbrennen brennender Körper, welche in ihm mit hellerem Licht fortbrennen als in atmosphärischer Luft; zum Entzünden ist jedoch eine gröſsere Erwärmung nöthig als im Sauerstoffgas; ein glimmender Spahn brennt in diesem Gas lebhaft mit Flamme. Es ist auf eine kurze Zeit athmenbar, erzeugt Heiterkeit (mitunter aber auch Traurigkeit), darauf berauscht es, welcher Zustand jedoch bei baldigem Aufhören des Einathmens nicht lange anhält; wird aber dasselbe noch länger geathmet, so entsteht Bewuſstlosigkeit und alle Symptome des

Schlagflusses, oder auch Raserei, die ein schlimmes Ende nehmen können. Thiere sterben in dieser Gasart am Schlagfluſs. Es besteht aus: 63,9 Stickst. und 36,1 Sauerst., oder aus 2 Vol. Ststgas und 1 Vol. Sauerstoffgas, wird durch Glühhitze in Stickstoff- und Stickstoffoxydgas, durch elektrische Funken in seine Elemente zersetzt, verpufft mit Wasserstoffgas gemengt beim Entzünden heftig. Es wird von Wasser, Alkohol verschluckt, ersteres nimmt $\frac{3}{4}$ seines Volums, letzteres $1\frac{1}{2}$ auf, auch von Aether und Oelen.

2) **Stickstoffoxydgas**, (Salpetergas, Salpeterluft), *Gas deutoxide d'Azote, Gas nitreux, Nitric oxide, Nitrous gas,* ($\ddot{N}$) von *Hales* beobachtet, von *Priestley* 1772 beschrieben, kommt in der Natur nicht vor. Es bildet sich durch eine unvollständige Desoxydation der Salpetersäure mittelst oxydirbarer Körper, wie Kohle, Schwefel, Phosphor, mehrerer Metalle, organischer Substanzen, (wie z. B. Stärkemehl, Zucker, Melasse, Gummi, u. a. m.). Man nimmt gewöhnlich Kupfer oder Quecksilber, übergieſst es mit mäſsig verdünnter Salpetersäure in einem Kolben mit Gasrohr, Fig. 7. Tafel I., und giebt sehr gelinde Wärme. Hierdurch bildet sich salpeters. Kupferoxyd und Stickstoffoxydgas, indem durch einen Theil ($\frac{3}{5}$) des in der Salpetersäure enthaltnen Sauerstoffs das Metall sich in Oxyd umwandelt, welches sich mit einer andern Portion unzersetzt gebliebner Salpetersäure verbindet, der Stickstoff der Salpetersäure aber mit dem übrigen Sauerstoff ($\frac{2}{5}$) derselben Stickstoffoxydgas bildet. Wendet man Quecksilber an, wobei übrigens der Vorgang derselbe ist, so erhält man es reiner.

Es ist farblos, Geruch und Geschmack sind unbekannt, indem es sich, sobald es mit der Luft in Berührung kommt, oxydirt und in salpetrigsauren Dampf übergeht, specifisches Gewicht 1,0393, 100 Kubikzoll wiegen 0,16479 preuſs. Loth und 1 Kubikfuſs 2,8476 pr. Loth, Lichtbrechungsvermögen 1,030. Es ist nicht brennbar, löscht die mehrsten brennenden Körper aus, angezündeter Phosphor brennt aber in demselben mit lebhaftem Licht; es oxydirt sich an der Luft sogleich, nimmt Sauerstoff auf und geht in salpetrigsauren Dampf über. Es besteht aus: 46,95 Stickst. und 53,05 Sauerst., oder aus gleichen Vol. Ststgas und Sstgas, wird durch Glühhitze, durch elektrische Funken in salpetrige Säure (Salpetersäure) und Stickstoff zerlegt. Ausgekochtes Wasser nimmt 0,05 davon auf, desgleichen Oele, Salpetersäure, Eisenoxydulsalze, die dadurch in Oxydsalze übergeführt werden. Es gehört zu den säureähnlichen Körpern, indem es mit Basen Verbindungen eingeht, welche man nicht auf direktem Weg, sondern nur durch lange andauerndes Glühen salpeters. Salze darstellen kann.

Das Stickstoffoxydgas spielt bei der Erzeugung der Schwefelsäure eine wichtige Rolle, (siehe oben Seite 158.); es entbindet

Digitized by Google

sich bei vielen technisch-chemischen Prozessen und erscheint dann, indem es sich an der Luft oxydirt, als salpetrigsaurer Dampf.

3) Salpetrige Säure, *Acide hyponitreux* der französischen Chemiker, *Hyponitrous acid* ($\dddot{N}$), kommt in der Natur nicht vor, erzeugt sich, wenn Stickstoffoxydgas mit Sauerstoffgas in Berührung kommt, selbst in der Kälte; 4 Volum des erstern erfordern 1 Volum des letztern. Man kennt die salpetrige Säure im Allgemeinen noch nicht vollständig.

Sie erscheint bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft als ein dunkel rothgelber Dampf, bei — 20° als eine sehr flüchtige tropfbare Flüssigkeit von dunkelgrüner Farbe, welche beim Destilliren eine dunkelgelbe Flüssigkeit hinterläſst, weshalb man vermuthen kann, daſs sie im reinen Zustand blau gefärbt sein dürfte. Sie besteht aus: 37,12 Stickst. und 62,88 Sauerst., oder aus 2 Vol. Ststgas und 3 Vol. Sstgas, färbt organische Körper bleibend gelb, ist für die Lungen sehr nachtheilig, bringt Erstickung hervor, wird von Wasser unter Zersetzung aufgenommen, es erzeugt sich Salpetersäure und Stickstoffoxydgas, letzteres entweicht unter Aufbrausen, und wird an der Luft zu salpetriger Säure; dabei findet ein Farbenwechsel statt, ganz ähnlich demjenigen, welcher bei der rauchenden Salpetersäure wird angeführt werden. Die salpetrige Säure oxydirt mächtig oxydirbare Körper, Phosphor, Schwefel, Kohle werden durch dieselbe in Säuren verwandelt, Metalle in Oxyde. Salzsäure, Hydriod-, Hydrobrom-, Hydrothionsäure werden zersetzt, letztere unter Feuererscheinung und Explosion, indem sich Wasser bildet, (vergl. Seite 171.). Der salpetrigsaure Dampf wirkt auf wasserleeres schwefligsaures Gas nicht ein, aber unter Vermittelung von Wasserdampf wird letzteres in Schwefelsäure, ersteres in Stickstoffoxydgas verwandelt, (siehe bei der Schwefelsäure Seite 158.)

Hauptanwendung der salpetrigen Säure zur Darstellung der Schwefelsäure; salpetrige Säure mit Salpetersäure verbunden giebt rauchende Salpetersäure (siehe weiter unten bei der Salpetersäure); im Goldscheidewasser ist gleichfalls salpetrige Säure vorhanden (siehe oben Seite 202.), und wirkt auf Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff etc. oxydirend ein, während sich das Chlor jener Flüssigkeit mit Metallen verbindet.

Die salpetrige Säure verhält sich wie eine schwache Base, sie verbindet sich

a) Mit Schwefelsäure ($\dddot{N}\dddot{S}_4$). Wenn man ein Gemeng von Stickstoffoxyd- und Sauerstoffgas mit eone. Schwefelsäure sperrt, so verschluckt diese die gebildete salpetrige Säure; eben so wenn schwefligs. und salpetrigs. Gas in einem mit atmosphärischer Luft und Wasserdampf erfüllten Raum auf einander einwirken.

Die Doppelsäure bildet weiſse Krystalle, welche bei gelindem Erwärmen schmelzen und im wasserfreien Zustand aus 80,77 Schwefels. und 19,23 salpetriger S. bestehen, sich bei gröſserer Erwärmung, ebenso durch Berührung mit Wasser zersetzen, indem das letztere von der Schwefelsäure gebunden wird, und die salpetrige Säure in Stickstoffoxydgas, welches sich an der Luft wieder in salpetrige Säure umwandelt, und in Salpetersäure zersetzt wird. Werden jene Krystalle destillirt, so geht eine Verbindung von Schwefel- und Salpetersäure über, welche durchs Erwärmen nicht getrennt werden kann, specifisches Gewicht 1,94 bis 96. Deshalb ist es für die Darstellung der Schwefelsäure wichtig, die Säure in den Bleikästen nicht zu lange stehen zu lassen, weil sie sonst leicht Salpetersäure aufnehmen kann, die man durchs Concentriren nicht ganz zu beseitigen im Stande ist.

b) Mit Salpetersäure, siehe weiter unten.

c) Mit Basen giebt dieselbe direkt keine Salze, sie zersetzt sich nämlich mit Basen in Berührung eben so wie mit Wasser gemischt; dagegen gewinnt man salpetrigsaure Salze, *Hyponitrites*, durch gelindes Glühen der betreffenden salpeters. Salze, wobei Sauerstoffgas entbunden wird, oder durch Zerlegung von salpetrigs. Bleioxyd mittelst verschiedner schwefels. Salze. Die salpetrige Säure wird aus ihnen leicht ausgetrieben, aber gleichzeitig entmischt.

4) Salpetersäure, *Acide nitrique*, *Nitric acid*, Salpetergeist, *Esprit de Nitre*, *Spirit of Nitre*, Scheidewasser, *Eau forte*, *Aqua fortis*, ($\ddot{\text{N}}$), kommt an Basen gebunden, an Kali, Natron, Kalk, Magnesia, sowohl im Mineral- als im Pflanzenreich, nicht im isolirten Zustand vor. Schon im 13ten Jahrhundert war sie gekannt, und wurde früher blos mittelst Eisenvitriol oder Thon (Lehm) aus dem Salpeter dargestellt. Der Name Scheidewasser bezieht sich auf das Verfahren Gold vom Silber, wenn letzteres bedeutend vorwaltet, durch diese Säure zu scheiden; letzteres wird aufgelöst, ersteres nicht.

Salpetersäure wird erzeugt, wenn man ein Gemeng von Stickstoff- und Sauerstoffgas durch Wasser oder Kaliauflösung sperrt, und elektrische Funken hindurchleitet; es verbinden sich beide Gase an den Stellen, wo der elektrische Funke sie berührte, es es entsteht Salpetersäure, welche von dem Wasser oder dem Kali der Sperrflüssigkeit aufgenommen wird. Setzt man dem Gemeng noch etwas Wasserstoffgas hinzu, so ist die Salpetersäurebildung um vieles erleichtert, indem durch dieses sich Wasser bildet, wobei eine beträchtliche Erwärmung und dadurch Vergröſserung der Verwandtschaft stattfindet. Es bildet sich aber auch hiebei etwas salpeters. Ammoniak, (wovon unter Ammoniak mehr). Auf diesem Weg mag auch in der Atmosphäre bei Gewittern Salpetersäure entstehen, denn man hat im Regenwasser, welches nach und wäh-

rend heftiger Gewitter sich niederschlug, Spuren von salpeters. Salzen gefunden. Merkwürdig ist die Erzeugung der Salpetersäure aus den Elementen bei dem Prozeſs der Salpetergewinnung (wovon später unter dem Artikel „Salpeter" das Nähere). Hier entstehen, während eines längern Zeitraums der gegenseitigen Einwirkung, aus dem Stickstoff animalischer, in Zersetzung, Fäulniſs begriffner, Materien in Berührung mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft, bei Vorhandensein von Basen, salpeters. Salze.

Man stellt die Salpetersäure allgemein, sowohl im Kleinen als Groſsen, aus (Salpeter) salpetersaurem Kali dar. Man nimmt eine Tubulatretorte, befestigt sie an einem Retortenhalter, trägt 6 Theile getrockneten gepulverten Salpeter ein, und schüttet durch den Tubulus, oder mittelst eines eignen Trichters mit langem Rohr, eben so viel conc. Schwefelsäure, welche vorher mit 2 Theilen Wasser verdünnt wurde, dazu. In dem Ballon werden 4 Theile Wasser vorgeschlagen, und eine Sicherheitsröhre angebracht; die Vorlage muſs durch auftropfendes Wasser gekühlt werden. Es treibt nun die Schwefelsäure die Salpetersäure aus, welche mit Wasserdampf verbunden überdestillirt, und zweifach schwefels. Kali bleibt in der Retorte. Gegen das Ende der Destillation, wenn die Hitze sich vermehrt und die Menge des Wassers abgenommen hat, zersetzt sich ein Theil der Salpetersäure, da sie ohne Wasser nicht bestehen kann, in salpetrige Säure und Sauerstoffgas, erstere verbindet sich dann mit der Salpetersäure, und bildet dunkelrothe Dämpfe. Wenn keine Säure mehr übergeht und der Rückstand ganz trocken ist, bricht man die Destillation ab.

Ehe die Fabrikation der Schwefelsäure so weit gediehen war, als jetzt, und das Fabrikat so wohlfeil, bediente man sich zur Gewinnung des Scheidewassers und der rauchenden Salpetersäure des Eisenvitriols oder des Thons. Man mengte 8 Theile Salpeter mit 7 Theilen kalcinirtem Vitriol, und destillirte aus irdnen Retorten, die in einem Galeerenofen gelagert wurden; die gläsernen oder irdnen Vorlagen wurden theils mit der nöthigen Menge Wasser angefüllt, theils auch leer vorgelegt. Durch doppelte Wahlverwandtschaft erzeugt sich aus dem kalcinirten Vitriol (schwefels. Eisenoxyd) und Salpeter salpeters. Eisenoxyd und schwefels. Kali, ersteres giebt seine Salpetersäure in der Hitze ab. — Wurde Thon angewendet, so nahm man auf 1 Theil Salpeter 2 bis 3 Theile, mengte dieses wohl und destillirte in gleichen Geräthen. Die Kiesel- und Thonerde im Thon verbinden sich hier mit dem Kali des Salpeters, zu dem sie Verwandtschaft besitzen, und die Salpetersäure geht über. Dieses Verfahren erfordert viel Brennmaterial und giebt wenig Ausbeute; zuerst geht eine sehr wäſsrige Säure über, welche besonders aufgefangen wird, sodann erst die stärkere. Der Rückstand von dieser Destillation, *ciment d'eau-forte*, wurde zur Fabrikation des Alauns benutzt. *Chaptal* lehrte zu jenem Gemeng vor der Destillation noch Schwefelsäure hin-

Digitized by Google

zufügen, um im Rückstand nach der Destillation fertigen Alaun zu erhalten.

Man bedient sich jetzt nur der Schwefelsäure zur Zersetzung des Salpeters, und entweder gläserner Retorten, welche in Galeerenöfen in Kapellen lagern und jedesmal verloren gehen, oder eiserner Apparate; (über die Anwendbarkeit eiserner Geräthe siehe vorn Seite 197.). Man darf die Retorten nicht über die Hälfte füllen, denn die Masse bläht sich auf, steigt, wodurch eine Verunreinigung des Destillats, auch Verstopfung der Röhre entstehen könnte. Die gläserne Vorlage muſs gleichfalls geräumig, mit einer Sicherheitsröhre versehen sein, durch welche namentlich Sauerstoffgas, oft auch salpetrigsaure Dämpfe entweichen; besser ist ein *Woulf*scher Flaschenapparat mit 2 oder 3 Flaschen. Statt gläserner Retorten wendete man eiserne Destillirblasen mit irdnen Helm und Helmrohr an; später vertauschte man die Blasen mit eisernen Cylindern, welche weniger Brennmaterial erfordern, und eine vollkommnere Zersetzung möglich machen; die Zuleitungsröhren aus den Cylindern in die ersten Flaschen sind von Glas um den Gang des Prozesses beobachten zu können; die beiden ersten Flaschenreihen werden in flieſsendes Wasser gesetzt.

D. t. „Acide nitrique", in D. p. J. Bd. 10. S. 312.

Nach Untersuchungen von *Mitscherlich* wird geschmolzner Salpeter durch 48,5% conc. Schwefelsäure (so viel, daſs dadurch neutrales schwefels. Kali entsteht) nur unvollständig, bei starker Hitze langsam zerlegt, man erhält nur $\frac{6}{7}$ der im Salpeter enthaltnen Salpetersäure. Nimmt man dagegen 72,6% conc. Schwefelsäure, (so daſs anderthalb schwefels. Kali ($\dot{K}_2\dddot{S}_3$) entsteht) so geht dennoch etwas Salpeters. verloren, und man muſs hohe Hitzegrade anwenden. Wenn man aber 96,8% Säure zusetzt, (so daſs zweifach schwefels. Kali sich bildet) so verliert man keine Salpetersäure, die Destillation erfolgt schneller, und zwar bei 130 bis 132°, specif. Gewicht der Salpetersäure 1,522 bei 12,5°; nimmt man auf 100 geschmolznen Salpeter 96,8 conc. Schwefels. und 40,5 Wasser, so erhält man eine Säure von 1,42, Destillationshitze 123°. Gewöhnlich wendet man bei der Destillation der Salpetersäure im Groſsen auf 100 Theile Salpeter 62,5 Theile conc. Schwefelsäure, oder 78,6 Theile von 1,66 spec. Gewicht an, wenn man eine verdünnte Säure gewinnen will; jedoch ist bei dieser Verdünnung, wenn man eiserne Geräthe anwendet, kein Vortheil, da dieselben dann weit stärker angegriffen werden. Der Rückstand enthält neutrales und anderthalb schwefels. Kali, und ein wenig unzerlegten Salpeter, bildet eine feste Salzmasse, Salpeterbrod.

Mitscherlich in P. A. Bd. 18. S. 152.

Da der gewöhnliche Salpeter nicht unbeträchtliche Mengen

Chlorkalium, Chlornatrium (salpeters. Kalk und Magnesia) enthält, und besonders erstere Salze Ursach einer Verunreinigung der Salpetersäure durch Chlor sind, so ist es wichtig, um eine reine und gute Salpetersäure darzustellen, den dazu zu verwendenden Salpeter vorher zu reinigen, welches einfach dadurch geschieht, daſs man denselben mit wenig kaltem Wasser (4$^0_0$) einigemal auslaugt, wodurch sich die leichter als Salpeter löslichen fremden Salze auflösen. Nachdem derselbe in Haufen etwas abgetroknet ist, schüttet man in jeden Cylinder 180 Pfund Salpeter und die nöthige Menge conc. Schwefelsäure. Als Kitt wird Thon angewendet, welchen man mit einem Gemeng von Lehm und Roſsäpfeln bedeckt. Es wird anfangs bei gelindem, allmälig bei steigendem Feuer destillirt, so lange noch rothe Dämpfe bemerkt werden. Die Stärke der erhaltnen Säure ist in den einzelnen Flaschenreihen sehr verschieden; in der ersten ist dieselbe am beträchtlichsten, und nimmt allmälig ab bis zur letzten, in welcher man Wasser vorgeschlagen hatte; hier ist sie sehr unbedeutend. Die Säure in der ersten Flasche ist am meisten verunreinigt, und zwar durch Chlorgas, salpetrige Säure, Schwefelsäure; die in der zweiten und dritten Flaschenreihe befindliche durch salpetrige Säure; die aus der letzten Flasche wird in der ersten oder zweiten zur folgenden Destillation vorgeschlagen.

Das Chlorgas und die salpetrige Säure sind Folgen der Zersetzung des im Salpeter enthaltnen Chlorkaliums; ein Theil Salpetersäure oxydirt nämlich das Kalium zu Kali, wodurch salpetrige Säure erzeugt und Chlor entbunden wird. Die gröſste Menge der salpetrigen Säure aber entsteht durch Mangel an hinlänglichem Wasser bei steigender Hitze. Um die Salpetersäure von der salpetrigen Säure zu befreien, stellt man die Vorlagen, in denen sich das Destillat befindet, in schräger Richtung an die Luft, bis die durch die letztere bedingte Färbung der Säure verschwunden ist; es ändert sich nämlich die salpetrige Säure zum groſsen Theil in Salpeters. um. Will man die rohe Salpeters. von enthaltner Schwefelsäure, die zu Ende mit übergeht, von Chlorgas und salpetriger Säure befreien, so rektificirt man dieselbe nnd fängt die erste Portion besonders auf, bis die Säure anfängt völlig farblos überzugehen, (conc. Salpetersäure); das letzte $\frac{1}{10}$ Theil der gesammten Sänre wird besonders aufgefangen, es enthält Schwefelsäure. Auf diese Art gewinnt man die Säure zwar nicht völlig rein, aber doch bedeutend gereinigt, von einem specif. Gewicht 1,33, oder 36° B. Um die Salpetersäure völlig zu reinigen, schlägt man mittelst salpeters. Silberoxyd das Chlor, mit salpeters. Baryt die Schwefelsäure nieder, und rektificirt. Man wendet hiezu auch salpeters. Bleioxyd an, welches sowohl Chlor als Schwefelsäure bindet; zu dem Ende setzen einige dünn gewalztes Blei, andere Bleioxyd hinzu. — Niedergeschlagnes Scheidewasser.

Die Salpetersäure kennen wir nur im wasserhaltenden Zustand als concentrirte, oder verdünnte Säure, oder mit salpetriger Sal-

petersäure vermischt als rauchende Salpetersäure. Alle Versuche sie zu entwässern, sind fehlgeschlagen. Die conc. Säure ist kaum farblos zu erhalten, weil bei der Destillation stets etwas salpetrige Säure sich erzeugt und die Säure gelblich färbt; farblos ist sie nur bei einem mäſsigen Grad der Concentration, über 1,47 wird sie schon gelblich. Sie besitzt einen eignen, nicht unangenehmen Geruch, stöſst weiſse Dämpfe aus, schmeckt verdünnt (denn concentrirt zerstört sie die organischen Gebilde sogleich) sehr sauer ohne Beigeschmack, färbt organische Stoffe unter Oxydation bleibend gelb, (Haut, Nägel, wenn man sich mit Salpetersäure beschmutzt, Wolle, Seide, Holz). Das specifische Gewicht wird verschieden angegeben, es ist nach *Gay-Lussac* 1,510 bei 18°, *Thénard* 1,513, *Mitscherlich* 1,522.

Die wasserfreie Säure besteht aus: 26,15 Stickst. und 73,85 Sauerst., oder aus 2 Vol. Ststgas und 5 Vol. Sstgas, die concentrirte wasserhaltende ($\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{N}}\dot{\underline{H}}$) aus: 85,75 wasserfreier Säure und 14,25 Wasser letztere kocht bei 86°, und wird dadurch gelb gefärbt, indem eine Zersetzung beginnt, sie verschwächt sich allmälig bis zu einem specif. Gewicht von 1,42, welche Säure bei 123° kocht und fünfmal mehr Wasser enthält, als die concentrirte, oder 40%, ($\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{N}}\dot{\underline{H}}_5$); sie gefriert desto schwieriger, je mehr sie concentrirt ist, die stärkste bei — 50°. Die Salpeters. wird am Sonnenlicht theilweis, durch Glühhitze vollkommen in salpetrige Säure und Sauerstoffgas zerlegt; (eine Säure von 1,32 wird durchs Licht nicht mehr entmischt). Oxydirbare Stoffe entziehen ihr sowohl bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft, als auch mittelst Erwärmung Sauerstoff; Wasserstoffgas z. B. bildet Wasser, und Stickstoffgas bleibt übrig; Phosphor, Schwefel, Kohle, (kohlenstoffige Substanzen, organische Materien, Zucker, Gummi, Stärkemehl etc.) entbinden Stickstoffoxydgas, manchmal selbst mit Stickstoffoxydul- und Stickgas gemengt, und es entstehen Phosphor-, Schwefel-, Kohlensäure, Oxalsäure, (Pseudo-Aepfelsäure); unvollkommen oxydirte Säuren, wie schweflige, phosphorige Säure u. a. m., wandeln sich durch Salpeters. in vollkommen oxydirte um. Stickstoffoxydgas wird von der Salpetersäure bedeutend absorbirt, besonders im concentrirten Zustand, wodurch diese unter Abgabe und jenes durch Aufnahme von Sauerstoff zu salpetriger Säure umgewandelt werden; (künstliche rauchende Säure).

Salpetersäure oxydirt viele Metalle, und löst sie dann meistens auf, dies ist jedoch nicht der Fall mit Zinn und Antimon, ersteres wird in Zinnoxydhydrat, letzteres in (basisch salpeters.) Antimonoxyd verwandelt; dagegen lösen sich Zink, Eisen, Blei, Wismuth, Kupfer, Silber, Quecksilber etc., mittelst gelinder Wärme, auch ohne diese, sehr leicht auf. Es ist merkwürdig, daſs eine Säure von 1,48

Zinn, Eisen, selbst bei gelinder Wärme, durchaus nicht oxydirt, verdünnt man sie aber mit sehr wenig Wasser, so erfolgt eine schleunige Oxydation. Von der Salpetersäure werden nicht oxydirt: Gold, Platin, Rhodium, Iridium, Chrom, Titan, Tantal, Wolfram, Cerer; Palladium löst sich in der Säure unter Entbinden von salpetriger Säure auf, während die andern Metalle nur Stickstoffoxydgas, zum Theil mit Stickgas gemengt, entwickeln. (Conc. Salpeters. zersetzt kohlens. Baryt nicht, weil salpeters. Baryt sich in Salpetersäure nicht auflöst.)

Mit Wasser läſst sich die conc. Salpetersäure in jedem Verhältniſs mischen, wobei eine beträchtliche Erwärmung und Verdichtung stattfindet; sie zieht selbst Wasser an, muſs daher in gut verschloſsnen Gefäſsen aufbewahrt werden.

T a b e l l e

über die Mischungen aus Salpetersäure und Wasser.

Nach Versuchen von *Meiſsner*.

Anfangsgründe des chemischen Theils der Naturwissenschaft Bd. 2. S. 855.

Salpetersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Salpetersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Salpetersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Salpetersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.
100	1,560	75	1,480	50	1,362	25	1,177
99	1,557	74	1,477	49	1,356	24	1,169
98	1,554	73	1,473	48	1,349	23	1,162
97	1,551	72	1,469	47	1,342	22	1,155
96	1,548	71	1,465	46	1,335	21	1,147
95	1,545	70	1,461	45	1,328	20	1,139
94	1,542	69	1,457	44	1,321	19	1,131
93	1,539	68	1,453	43	1,314	18	1,123
92	1,536	67	1,449	42	1,306	17	1,115
91	1,533	66	1,445	41	1,299	16	1,108
90	1,530	65	1,441	40	1,292	15	1,101
89	1,527	64	1,437	39	1,284	14	1,093
88	1,524	63	1,433	38	1,277	13	1,086
87	1,521	62	1,428	37	1,270	12	1,079
86	1,518	61	1,423	36	1,262	11	1,072
85	1,514	60	1,418	35	1,254	10	1,065
84	1,511	59	1,413	34	1,246	9	1,058
83	1,508	58	1,408	33	1,239	8	1,051
82	1,505	57	1,403	32	1,231	7	1,044
81	1,501	56	1,398	31	1,223	6	1,038
80	1,498	55	1,393	30	1,215	5	1,032
79	1,495	54	1,387	29	1,207	4	1,025
78	1,491	53	1,381	28	1,200	3	1,018
77	1,487	52	1,374	27	1,193	2	1,012
76	1,483	51	1,368	26	1,185	1	1,006

Digitized by Google

T a b e l l e

des specifischen Gewichts der mit Wasser verdünnten Salpetersäure.

Nach *Ure's* Versuchen.

Specif. Gew. d. Säure.	Flüssige Säure. Proz.	Wasserfreie Säure. Proz.	Specif. Gew. d. Säure.	Flüssige Säure. Proz.	Wasserfreie Säure. Proz.	Specif. Gew. d. Säure.	Flüssige Säure. Proz.	Wasserfreie Säure. Proz.
1,5000	100	79,700	1,3783	66	52,602	1,1833	32	25,504
1,4980	99	78,903	1,3732	65	51,805	1,1770	31	24,707
1,4960	98	78,106	1,3681	64	51,068	1,1709	30	23,900
1,4940	97	77,309	1,3630	63	50,211	1,1648	29	23,113
1,4910	96	76,512	1,3579	62	49,414	1,1587	28	22,316
1,4880	95	75,715	1,3529	61	48,617	1,1526	27	21,519
1,4850	94	74,918	1,3477	60	47,820	1,1465	26	20,722
1,4820	93	74,121	1,3427	59	47,023	1,1403	25	19,925
1,4790	92	73,324	1,3376	58	46,226	1,1345	24	19,128
1,4760	91	72,527	1,3323	57	45,429	1,1286	23	18,331
1,4730	90	71,730	1,3270	56	44,632	1,1227	22	17,534
1,4700	89	70,933	1,3216	55	43,835	1,1168	21	16,737
1,4670	88	70,136	1,3163	54	43,038	1,1109	20	15,940
1,4640	87	69,339	1,3110	53	42,241	1,1051	19	15,143
1,4600	86	68,542	1,3056	52	41,444	1,0993	18	14,346
1,4570	85	67,745	1,3001	51	40,647	1,0935	17	13,549
1,4530	84	66,948	1,2947	50	39,850	1,1878	16	12,752
1,4500	83	66,155	1,2887	49	39,053	1,0821	15	11,955
1,4460	82	65,354	1,2826	48	38,256	1,0764	14	11,158
1,4424	81	64,557	1,2765	47	37,459	1,0708	13	10,361
1,4385	80	63,760	1,2705	46	36,662	1,0651	12	9,564
1,4346	79	62,963	1,2644	45	35,865	1,0595	11	8,767
1,4306	78	62,166	1,2583	44	35,068	1,0540	10	7,970
1,4269	77	61,369	1,2523	43	34,271	1,0485	9	7,173
1,4228	76	60,572	1,2462	42	33,474	1,0430	8	6,376
1,4189	75	59,775	1,2402	41	32,677	1,0375	7	5,579
1,4147	74	58,978	1,2341	40	31,880	1,0320	6	4,782
1,4107	73	58,181	1,2277	39	31,083	1,0267	5	3,985
1,4065	72	57,384	1,2212	38	30,286	1,0212	4	3,188
1,4023	71	56,587	1,2148	37	29,489	1,0159	3	2,391
1,3978	70	55,790	1,2084	36	28,692	1,0106	2	1,594
1,3945	69	54,993	1,2019	35	27,895	1,0053	1	0,797
1,3882	68	54,196	1,1958	34	27,098			
1,3833	67	53,399	1,1895	33	26,301			

Siedepunkte verschieden starker Salpetersäure nach *Dalton* und *Mitscherlich.*

Salpeters. von	1,52	kocht bei	86°	Salpeters. von	1,35	kocht bei	117°
- -	50	- -	99	- -	30	- -	113
- -	45	- -	115	- -	20	- -	108
- -	42	- -	123	- -	15	- -	104
- -	40	- -	119				

Die im Handel vorkommende Salpetersäure hat gewöhnlich ein spec. Gewicht von 1,19, 1,22, 1,33, 1,48, und führt danach die Namen einfaches

faches, doppeltes Scheidewasser. Man kann die verschiednen Grade der Concentration durchs Vermischen von rauchender Säure mit Wasser darstellen, wobei freilich immer etwas Verlust an salpetriger Säure stattfindet, die sich dadurch zersetzt.

Salpetrige Salpetersäure, *Acide nitreux* der französischen Chemiker, ($\dddot{\bar{N}}\ddddot{\bar{N}}$), von *Gay-Lussac* und *Dulong* dargestellt. Man destillirt vollkommen trocknes salpeters. Bleioxyd und hält die Vorlage durch eine Frostmischung auf — 20° abgekühlt; es geht die Säure über, Sauerstoffgas entweicht durch eine Sicherheitsröhre, Bleioxyd bleibt in der Retorte zurück. Man kann diese Doppelsäure auch erhalten, wenn man rauchende Salpeters. bei einer möglichst niedrigen Temperatur destillirt, und das Destillat rektificirt.

Diese Doppelsäure hat je nach ihrer verschiednen Dichtheit verschiedne Farbe: bei — 20° ist sie farblos, bei 0° wachsgelb, bei + 15° orangefarben; sie hat einen starken Geruch, schmeckt sehr scharf, ätzend, sauer, specif. Gewicht nach *Mitscherlich* 1,42; sie zerstört organische Körper mächtig, färbt sie gelb, kocht schon bei 28°, giebt rothe, auch orangefarbne Dämpfe, besteht aus: 41,34 salpetriger Säure und 58,66 wasserleerer Salpetersäure, (oder aus 30,68 Stickst. und 69,32 Sauerst., aus 1 Vol. Stgas und 2 Vol. Sstgas.); ihr sonstiges Verhalten ist dem der rauchenden Salpetersäure ganz analog. Sie wird von der Salpetersäure verschluckt, je stärker die letztere, desto mehr wird aufgenommen, eine Säure von 1,51 wird dadurch braun, von 1,41 gelb, von 1,32 grün. Setzt man zu dieser Doppelsäure Wasser hinzu, so wird, nach Maſsgabe der hinzugesetzten Menge desselben, die Farbe gelb, grün, blau, zuletzt wird sie farblos; hierbei findet eine Zersetzung eines Theils der salpetrigen Säure in Salpetersäure und Stickstoffoxydgas statt, welches sich entbindet (vergleiche Seite 217). Mit Basen giebt sie keine eignen Salze.

Eine Verbindung dieser Doppelsäure mit conc. Salpetersäure ist die schon öfters erwähnte rauchende Salpetersäure, *Nitrous acid* der englischen Chemiker ($\ddddot{\bar{N}}\dot{\bar{H}} + x\dddot{\bar{N}}\ddddot{\bar{N}}$). Man gewinnt dieselbe, wenn man zu trocknem Salpeter 50% conc. Schwefelsäure setzt und bei kalt gehaltner Vorlage mit eingelegtem Gasrohr, oder *Woulf*schen Apparat destillirt. Zu Anfang geht conc. Salpetersäure über, später aber entbindet sich salpetrige Salpetersäure, die von der bereits übergegangnen Säure aufgenommen wird, Sauerstoffgas entweicht. Conc. Salpeters. kann die Hälfte ihres Gewichts salpetrige Salpeters. verschlucken.

Die rauchende Salpetersäure erscheint, nach dem verschiednen Gehalt an jener Doppelsäure, bald dunkelroth, bald gelbroth, stöſst an der Luft rothe Dämpfe von salpetriger Salpetersäure aus; spe-

cifisches Gewicht der stärksten nach *Meiſsner* 1,56, (aus geschmolzenem Salpeter bereitet) gewöhnlich 1,48, 1,50. Verdünnt man dieselbe mit Wasser, so erfolgt dasselbe Farbenspiel, dessen vorstehend erwähnt wurde.

Tabelle
über die Dichtigkeit der Mischungen rauchender Salpetersäure mit Wasser.

Nach Versuchen von *Meiſsner*.

Rauchende Salpetersäure von 1,56 spec. Gew. Prozente.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Rauchende Salpetersäure von 1,56 spec. Gew. Prozente.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Rauchende Salpetersäure von 1,56 spec. Gew. Prozente.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Rauchende Salpetersäure von 1,56 spec. Gew. Prozente.	Specif. Gew. bei 17,5°.
100	1,560	75	1,419	50	1,290	25	1,138
99	1,552	74	1,414	49	1,285	24	1,132
98	1,544	73	1,409	48	1,280	23	1,127
97	1,537	72	1,404	47	1,274	22	1,122
96	1,530	71	1,399	46	1,268	21	1,116
95	1,524	70	1,395	45	1,262	20	1,110
94	1,518	69	1,391	44	1,256	19	1,104
93	1,512	68	1,387	43	1,250	18	1,098
92	1,506	67	1,382	42	1,244	17	1,092
91	1,500	66	1,377	41	1,238	16	1,087
90	1,494	65	1,372	40	1,232	15	1,082
89	1,488	64	1,367	39	1,226	14	1,077
88	1,483	63	1,362	38	1,220	13	1,071
87	1,478	62	1,357	37	1,214	12	1,065
86	1,473	61	1,352	36	1,207	11	1,060
85	1,468	60	1,346	35	1,200	10	1,055
84	1,463	59	1,340	34	1,193	9	1,050
83	1,459	58	1,334	33	1,186	8	1,045
82	1,454	57	1,328	32	1,180	7	1,040
81	1,449	56	1,323	31	1,174	6	1,034
80	1,444	55	1,318	30	1,168	5	1,028
79	1,439	54	1,313	29	1,162	4	1,022
78	1,434	53	1,308	28	1,156	3	1,016
77	1,429	52	1,302	27	1,150	2	1,010
76	1,424	51	1,296	26	1,144	1	1,005

Die Salpetersäure bildet mit den Basen salpetersaure Salze, *Nitrates,* welche durch unmittelbare Vereinigung sowohl, als auch zum Theil, wenigstens im Groſsen, durch einen eignen Prozeſs gewonnen werden, welcher beim Salpeter genauer wird beschrieben werden. Sie sind in Wasser löslich, krystallisirbar, besitzen einen salzig-kühlenden Geschmack, entwickeln in der Glühhitze Sauerstoffgas, und werden dadurch erst in salpetrigsaure Salze, dann unter Entweichen von Stickstoff- und Sauerstoffgas in Stickstoff-

oxyd-Verbindungen reducirt (vergl. Seite 75.), endlich ganz zersetzt; sie detoniren mit brennbaren Körpern gemengt und erhitzt, indem sie Sauerstoff an jene abtreten, wodurch Stickstoffgas frei wird, und entwickeln salpetrigs. Dämpfe, wenn man dieselben mit wasserleerem zweifach schwefels. Kali erhitzt.

Anwendung der Salpetersäure, zur Fertigung verschiedner Metallauflösungen, zur Scheidung des Silbers von Gold (wovon unter „Gold" specieller). Die Kupferstecher gebrauchen zum Aetzen verdünnte Salpetersäure (1,15 bis 1,17), die sie sich selbst mischen. Eben so gebraucht man diese Säure zum Aetzen in Stahl, in Stein bei der Lithographie, zum Beitzen der Bronze (zum sogenannten Abbrennen, siehe bei der Bronze); ferner zur Darstellung des Königswassers, der Schwefelsäure, (siehe oben Seite 162.). Man bedient sich endlich derselben im verdünnten Zustand (4° B.) um Seide zum Färben vorzubereiten, *soie demi-cuite,* desgleichen druckt man dieselbe, stark verdünnt, auf wollne Zeuge, um gelbe Muster auf blauem Grund hervorzubringen und plättet sie dann trocken; zum Gelbbeitzen der Leisten und Schläge, damit die Tuche wie wollfarbne aussehen, wo die gelben Leisten angewebt sind. (Je mehr die blaue Farbe rein gelb wird, desto ächter ist sie, wird sie bräunlich gelb, so ist Holzblau aufgesetzt). Man beitzt auch Nuſsbaumholz mit Salpetersäure dunkelgelb, desgleichen Schreibfedern, welche dadurch auch gehärtet werden.

Da bei dem Aetzen Stickstoffoxydgas frei wird, welches sich an der Luft in salpetrige Säure verwandelt und den Lungen nachtheilig ist, so ist es wünschenswerth, das Aetzen in einem zweckmäſsig eingerichteten Apparat vorzunehmen; Abbildung eines solchen findet man in den V. d. G. 1827. S. 111.

Der Stickstoff verbindet sich mit Wasserstoff in drei Verhältnissen, von denen zwei Verbindungen noch nicht isolirt dargestellt worden sind.

1) Ammoniak, *Ammoniaque, Ammonia,* flüchtiges Alkali, fl. Laugensalz, *Alcali volatil, Volatile alcali,* (H_3N), wurde erst im vorigen Jahrhundert vom kohlens. Ammoniak unterschieden. In der Natur kommt es nicht isolirt vor, aber einige seiner Verbindungen mit Säuren, als schwefel-, phosphor-, borax-, salz- und essigs. Ammoniak, sowohl im Mineral- als Thierreich (im Urin); neuerdings hat man dasselbe in mehrern Eisenoxyderzen, Thonfossilien aufgefunden.

Ammoniak bildet sich, wenn man durch ein Gemeng von Stickstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffgas elektrische Funken leitet, das Produkt ist salpeters. Ammoniak, (vergl. oben Seite 214.); wenn man mittelst Salpetersäure Zinn oxydirt, erzeugt sich dasselbe Salz, indem durchs Zinn nicht blos die Salpetersäure, son-

15*

dern auch das Wasser zersetzt wird, wodurch der Stickstoff der erstern mit dem Wasserstoff des letztern zusammentretend Ammoniak bildet. Wenn stickstoffhaltige Thierkörper faulen, oder einer trocknen Destillation unterworfen werden, entbinden sich Ammoniaksalze, (mehr hiervon unter dem Artikel „Hirschhornsalz"); durch Zersetzung von Cyanverbindungen, Cyansäure, Hydrocyansäure u. a. m. Den Gehalt an Ammoniak in Eisenoxyderzen, im Rost (Eisenoxydhydrat), erklärt man durch die Eigenschaft des Eisens unter Vermittelung der Kohlensäure der Luft Wasser zu zerlegen, wo dann aus dem Wasserstoff desselben und dem Stickstoff der atmosphärischen Luft Ammoniak sich bildet.

Ueber das Vorhandensein des A. in Eisenerzen *Chevallier* in P. A. Bd. 14. S. 147. — *Johnston* in S. J. d. Ch. Bd. 4. S. 301.

Ammoniakgas stellt man also dar: Man mengt gleiche Gewichtstheile Salmiak und gebrannten Kalk im gepulverten Zustand, schüttet das Gemeng in einen Kolben mit Gasröhre, giebt allmälig steigende Hitze, und fängt das Gas im Quecksilberapparat auf. Will man es völlig trocken haben, so leitet man es vorher noch über Kalihydrat. Erklärung. Der Kalk = Calciumoxyd, der Salmiak = Chlorammonium (Ammonium = Ammoniak + Wasserstoff) zersetzen sich gegenseitig, es entstehen: Chlorcalcium, aus dem Sauerstoff des Kalks und $\frac{1}{4}$ des Wasserstoffs im Ammonium Wasser, und Ammoniak wird entbunden.

Salmiak (H_4NCl)

Chlorcalcium ($CaCl$) { Chlor + Ammonium = (Ammoniak + Wasserstoff) } Wasser ($\dot{H}$), Ammoniak (H_3N)
Calcium + Sauerstoff

Kalk ($\dot{C}a$)

Diese Zersetzung fängt schon beim Mischen an, daher Augen und Nase von dem sich entwickelnden Gas gereitzt werden; (das Gemeng nennt man auch englisches Riechsalz).

Das Ammoniakgas ist farblos, besitzt einen höchst durchdringenden Geruch, einen scharfen, brennenden Geschmack, reagirt alkalisch, bräunt schon in einiger Entfernung Curcumapapier, specifisches Gewicht 0,5912, 100 Kubikzoll wiegen 0,09374 pr. Loth, 1 Kubikfuſs 1,6198 pr. Loth, Lichtbrechungsvermögen 1,309. Es wird durch eine Kälte von — 40°, auch bei + 10° durch einen Druck von mehrern Atmosphären tropfbar-flüssig, bildet eine farblose Flüssigkeit von 0,76 specifischem Gewicht, welche bei + 10° Dämpfe bildet von 6,5 Atmosphären Spannung. Ammoniakgas unterhält das Verbrennen nicht, löscht brennende Körper aus, ist in atmosphärischer Luft nicht brennbar, verbrennt aber im Sauerstoffgas mit gelber Flamme; zum Einathmen ist es untauglich, erregt Brustkrampf und Erstickung. Es besteht aus: 82,54 Stickst. und 17,46 Wasserst.,

oder aus 1 Vol. Ststgas und 3 Vol. Wstgas, wird durch Rothglühhitze, wenn es durch eine glasurte Porzellanröhre von nicht zu geringem Durchmesser geleitet wird, nicht zersetzt, ist aber dieselbe mit Porzellanstückchen, Metalldrähten gefüllt, und die Hitze gesteigert, so erfolgt eine Zersetzung, desgleichen durch elektrische Funken sehr allmälig unter Verdoppelung des Volums.

Mengt man Ammoniak- und Sauerstoffgas und leitet das Gemeng durch glühende Röhren, oder führt elektrische Funken hindurch, so erfolgt eine heftige Explosion, Wasser bildet sich, Stickstoffgas wird abgeschieden. Bringt man Chlor- und Ammoniakgas zusammen, so erfolgt unter Feuererscheinung eine Zersetzung, Salzsäure bildet sich, Stickstoffgas wird entbunden. Leitet man Chlorgas in Ammoniakflüssigkeit, so bildet sich bei überwiegendem Ammoniak Salmiak und Stickstoffgas wird frei, (vergl. das Seite 209 Gesagte), bei überwiegendem Chlor aber Salmiak und Chlorstickstoff, von welchem weiter unten das Nähere angegeben werden wird. Jod absorbirt Ammoniakgas, und bildet Jodstickstoff und Jodammonium; Schwefel zerlegt Ammoniakgas nur mit Hülfe der Wärme, Stickstoffgas wird abgeschieden, hydrothions. Schwefelammonium gebildet. Bringt man Ammoniak und salzsaures Gas zusammen, so erzeugen sich dicke weiſse Nebel von Salmiak; man entdeckt daher die kleinsten Mengen von Ammoniak, wenn man ein in Salzsäure getauchtes Stäbchen der Flüssigkeit nähert, in welcher freies Ammoniak vermuthet wird; statt Salzsäure nimmt man auch noch sicherer conc. Essigsäure.

Das Wasser absorbirt das Ammoniakgas in einem höchst ausgezeichneten Grad; nach *Davy* nimmt Wasser bei + 10° 670 Volum von jenem Gas auf, und vermehrt sein Gewicht dadurch fast um die Hälfte; bei der mittlern Lufttemperatur nimmt das Wasser 460 Volum Gas, oder nahe $\frac{1}{3}$ seines Gewichts auf; dabei wird viel Wärme entwickelt, so daſs selbst Eis und Schnee mit Ammoniakgas in Berührung schmelzen. Das Produkt dieser Vereinigung führt den Namen Ammoniakflüssigkeit, *Ammoniaque liquide, Liquid Ammonia,* Salmiakgeist, *Esprit de sel ammoniac, Spirit of Sal ammoniac. Black* lehrte diese Flüssigkeit 1756 darstellen.

Bereitung des Salmiakgeistes im Kleinen. Man leitet das Gas in ein mit destillirtem Wasser gefülltes Gefäſs, oder in einen *Woulf*schen Flaschenapparat, dessen Gefäſse kühl gehalten werden müssen; auf 1 Theil des Gemengs zur Ammoniakerzeugung nimmt man 1 bis 2 Theile Wasser, je nachdem man das Präparat stärker oder schwächer haben will. Die das Gas zuleitende Röhre muſs in die Flüssigkeit so tief als möglich eintauchen, damit das Gas durch die ganze Flüssigkeitssäule emporsteige. Die Retorte, oder der Kolben, darf nur zu $\frac{2}{3}$ gefüllt werden, da sich die Masse etwas auf-

bläht; man bedient sich eines Kitts aus Eiweiſs und Kalk, mit welchem die Fugen und Stöpsel verstrichen werden.

Darstellung im Groſsen. Man bedient sich statt des Salmiaks oft des wohlfeilern schwefels. Ammoniaks, obschon das letztere Salz nur 23% Ammoniak, ersteres 32% liefert; man verwandelt den Kalk durchs Befeuchten mit Wasser in ein Hydrat, destillirt aus Glasretorten, die in Sandkapellen liegen, (siehe Tafel IV. Fig. 5.), mit vorgelegten Ballons, oder man wendet eiserne Geräthe an; irdne Retorten oder Kolben sind nicht wohl anwendbar, weil sie erstens porös sind, zweitens auch durch den im Innern nach dem Gebrauch noch anklebenden salzs. Kalk, welcher Wasserdämpfe anzieht und zerflieſst, von Feuchtigkeit durchdrungen werden, so daſs sie bei einer zweiten Anwendung bersten, indem sich die in die Poren eingedrungne Flüssigkeit in Dämpfe verwandelt, und die Retorten zersprengt. Kaum zweimal ist eine solche Retorte zu gebrauchen, wodurch ihr Gebrauch kostspielig wird. Die Glasretorten erleiden groſse Hitze, wenn man das Gas trocken entwickelt, und kommen dem Schmelzen nahe, können nur einmal gebraucht werden, da das Chlorcalcium sehr fest anhaftet, weshalb die Retorte, um letzteres herausnehmen zu können, zerschlagen werden muſs. Man zieht deshalb eiserne Retorten, oder eiserne Destillirblasen vor, in welche das Gemeng durch eine luftdicht, mittelst eines eisernen Pfropfens, zu verschlieſsende Oeffnung geschüttet wird. Der Hals der Retorte, oder das Helmrohr, wird durch eine luftdicht eingepaſste eiserne Röhre verlängert, und in diese eine Glas- oder Bleiröhre gekittet, welche nach einem *Woulf*schen Apparat führt. Die erste Flasche wird, wenn zur Darstellung des Salmiakgeists Salmiak oder schwefels. Ammoniak angewendet wird, welche empyreumatisches Oel enthalten, nicht mit Wasser gefüllt, dieselbe hat eine Oeffnung am Boden, mit Pfropfen versehen, um das sich niederschlagende empyreumatische, mit vielem Ammoniak gesättigte, Oel ablassen zu können. Die zweite und dritte Flasche sind mit Wasser gefüllt, letztere enthält einen schwachen Salmiakgeist, welcher bei einer wiederholten Darstellung in die zweite entleert wird. Wenn man den nöthigen Kalk vorher zu staubigen Hydrat, oder zu steifen Kalkbrei verwandelt, so erfolgt die Entwickelung des Gases, wegen der zugleich sich bildenden Wasserdämpfe, leichter.

Der Salmiakgeist ist eine farblose Flüssigkeit, von starkem Geruch nach Ammoniak, von ätzendem Geschmack, specifisches Gewicht des concentrirtesten 0,875 (Gehalt an Ammoniakgas 32,5% *Davy*), nach *Dalton* 0,85, (Gehalt 35,3%), Siedepunkt — 4°; der concentrirteste gefriert bei — 40°, wird trüb, und setzt kleine seidenglänzende Nadeln ab, verliert den Geruch. Salmiakgeist reagirt

alkaliſch, läſst ſich mit Waſſer in jedem Verhältniſs verdünnen, ſpecif. Gewicht des gewöhnlichen 0,96 bis 0,965, (Gehalt 10 bis 9,65$^0_0$ an Ammoniak).

Tabelle
über den Gehalt an Ammoniak im Salmiakgeiſt,
nach *Davy.*

Specif. Gew. des Salmiakgeiſts.	Ammoniak-prozente.	Specif. Gew. des Salmiakgeiſts.	Ammoniak-prozente.
0,8750	32,50	0,9435	14,53
0,8875	29,25	0,9476	13,46
0,9000	26,00	0,9513	12,40
0,9054	25,37	0,9545	11,56
0,9166	22,07	0,9573	10,82
0,9255	19,54	0,9597	10,17
0,9326	17,52	0,9619	9,60
0,9385	15,88	0,9692	9,50

Tabelle
über den Gehalt an Ammoniak im Salmiakgeiſt,
nach *Ure.*

Salmiakgeiſt von 0,9 ſpec. Gewicht.	Ammoniak-prozente.	Spec. Gewicht durch Verſuche.	Mittleres ſpec. Gewicht.
100	26,500	0,9000	
95	25,175	0,9045	0,90452
90	23,850	0,9090	0,90909
85	22,525	0,9133	0,91370
80	21.200	0,9177	0,91838
75	19,875	0,9227	0,92308
70	18,550	0,9275	0,92780
65	17,225	0,9320	0,93264
60	15,900	0,9363	0,93750
55	14,575	0,9410	0,94241
50	13,250	0,9455	0,94737
45	11,925	0,9510	0,95238
40	10,600	0,9564	0,95744
35	9,275	0,9614	0,96256
30	7,950	0,9662	0,96774
25	6,625	0,9716	0,97297
20	5,300	0,9768	0,97826
15	3,975	0,9828	0,98360
10	2,650	0,9887	0,98900
5	1,325	0,9945	0,99447

Tabelle
über Mischungen von Salmiakgeist und Wasser,
nach *Meiſsner.*

Salmiakgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Gewicht bei 17,5°.	Salmiakgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Gewicht bei 17,5°.	Salmiakgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Gewicht bei 17,5°.	Salmiakgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Gewicht bei 17,5°
100	0,8830	75	0,9098	50	0,9360	25	0,9657
99	0,8842	74	0,9107	49	0,9371	24	0,9670
98	0,8854	73	0,0117	48	0,9382	23	0,9684
97	0,8866	72	0,9127	47	0,9393	22	0,9697
96	0,8878	71	0,9137	46	0,9404	21	0,9711
95	0,8890	70	0,9147	45	0,9415	20	0,9725
94	0,8902	69	0,9157	44	0,9426	19	0,9738
93	0,8914	68	0,9167	43	0,9437	18	0,9752
92	0,8925	67	0,9177	42	0,9448	17	0,9766
91	0,8936	66	0,9187	41	0,9459	16	0,9780
90	0,8947	65	0,9198	40	0,9470	15	0,9794
89	0,8958	64	0,9208	39	0,9481	14	0,9808
88	0,8969	63	0,9219	38	0,9492	13	0,9822
87	0,8980	62	0,9229	37	0,9504	12	0,9836
86	0,8991	61	0,9239	36	0,9516	11	0,9851
85	0,9001	60	0,9250	35	0,9528	10	0,9865
84	0,9011	59	0,9260	34	0,9540	9	0,9879
83	0,9021	58	0,9271	33	0,9552	8	0,9893
82	0,9031	57	0,9282	32	0,9564	7	0,9907
81	0,9041	56	0,9293	31	0,9577	6	0,9921
80	0,9050	55	0,9304	30	0,9590	5	0,9934
79	0,9059	54	0,9315	29	0,9603	4	0,9948
78	0,9068	53	0,9326	28	0,9616	3	0,9961
77	0,9078	52	0,9337	27	0,9629	2	0,9974
76	0,9088	51	0,9348	26	0,9643	1	0,9987

Der Salmiakgeist muſs in völlig luftdicht verschloſsnen Flaschen an kühlen Orten aufbewahrt werden, denn einmal entbindet sich aus ihm Ammoniakgas, er wird schwächer, und zweitens zieht er Kohlensäure aus der Luft an, er wird kohlensauer.

Man erkennt dies letztere, wenn man in ein Glas, in welchem sich verdünnte Schwefelsäure befindet, Salmiakgeist schüttet, durchs Aufbrausen. Enthält derselbe etwas stinkendes Oel, so verräth sich dasselbe dadurch, daſs bei Zusatz von conc. Schwefelsäure die Farbe der Flüssigkeit gelb-bräunlich wird; endlich kann er noch salzs. Ammoniak enthalten, dies findet man dadurch, daſs man die Flüssigkeit mit reiner Salpetersäure neutralisirt und salpeters. Silberoxyd hinzusetzt, wodurch Chlorsilber sich niederschlägt.

Anwendung des Salmiakgeists. In der Chemie, Pharmacie, Medicin, Färberei zum Schönen, zur Fabrikation des Schnupftabaks; zum Auflösen des rothen Karmins; zum Fleckausmachen etc.

2) **Ammonium**, (Ammoniakmetalloid (H_4N) ist noch nicht isolirt dargestellt worden, wird mit Quecksilber verbunden erhalten, wenn man ein Ammoniaksalz mit Quecksilber in Berührung in den Kreis der *Volta*'schen Elektricität bringt, das letztere mit dem — Pol, ersteres mit dem + Pol verbindet. Es erfolgt eine Zersetzung des Salzes und des begleitenden Wassers, am + Pol entbindet sich die Säure und Sauerstoffgas, am — Pol schwillt das Quecksilber auf das 5 bis 6fache Volum auf, wird bleigrau, steif, krystallisirt beim Erstarren. Diese amalgamartige Verbindung entmischt sich von selbst, noch leichter mit Wasser, Alkohol und Aether in Berührung, es löst sich Ammoniak in den Flüssigkeiten auf, und Wasserstoffgas entbindet sich, dem Raum nach $\frac{1}{3}$ des im Ammoniakgas enthaltnen Wasserstoffgases. Es muſs daher das Ammonium $\frac{1}{3}$ Wasserstoff mehr enthalten, als das Ammoniak. Alle Versuche, das Ammonium unzersetzt abzuscheiden, sind fehlgeschlagen.

In der neuesten Zeit hat man, wie wohl noch nicht isolirt, eine dritte Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff kennen gelernt, von *Dumas* **Amid** genannt, (H_2N), welches mit mehrern Stoffen Verbindungen eingeht, wovon später mehr.

Stickstoff verbindet sich mit Kohlenstoff.

Cyangas, Blaustoffgas, (Gas) *Cyanogène* *), *Azoture de Carbone, Cyanogen, Carburet of Nitrogen,* (CN, oder Cy), von *Gay-Lussac* 1814 entdeckt, kommt in der Natur nicht vor, bildet sich nicht unmittelbar aus den Bestandtheilen, sondern auf indirektem Weg, wenn man stickstoffhaltige thierische Substanzen mit fixen Alkalien glüht, wobei sich Cyanmetalle erzeugen (siehe beim Cyaneisenkalium). Man stellt es durch Zersetzung des trocknen Cyanquecksilbers bei gelinder Wärme dar, wobei Quecksilber überdestillirt; es wird über Quecksilber aufgefangen. Ist das Cyanquecksilber feucht, so bildet sich auch Ameisensäure dabei.

Das Cyangas ist farblos, riecht sehr durchdringend, reitzt Augen, Nase, schmeckt sehr stechend, specif. Gewicht 1,8064, 100 Kubikzoll wiegen 0,2864 preuſs. Loth, 1 Kubikfuſs 4,949 preuſs. Loth, Lichtbrechungsvermögen 2,832, wird durch vermehrten Druck zu einer tropfbaren Flüssigkeit von 0,9 specif. Gewicht, die in der Kälte erstarrt. Es verbrennt mit einer rothblauen Flamme, besteht aus: 53,66 Stickst. und 46,34 Kohlenst., oder aus gleichen Volum Ststgas und Kstdampf. Es wird in der Hitze nicht zersetzt, desgleichen nicht durch den Sauerstoff der Luft, leitet man aber durch ein Gemeng von Cyan- und Sauerstoffgas elektrische Funken, so bildet sich unter Detonation Kohlensäure und Stickgas wird entbunden. Wasser absorbirt bei 20° das $4\frac{1}{2}$fache Volum des Gases, erhält dadurch einen sehr pikanten Geschmack; diese Verbindung entmischt sich aber leicht, indem sich aus Cyan

*) Soll heiſsen: Blausäure erzeugender Stoff, da dasselbe mit Wasserstoff Blausäure bildet.

und Wasser Kohlensäure, Blausäure und Ammoniak bilden; Alkohol nimmt ein 23faches Volum auf, Aether und Terpenthinöl wenigstens eben so viel als Wasser. Kalium absorbirt Cyangas unter Feuererscheinung, es entsteht Cyankalium.

Cyansäure, *Acide cyanique, Cyanic acid,* (Ċy), von *Wöhler* 1822 entdeckt, von *Liebig* dargestellt, wird nicht unmittelbar aus Cyan- und Sauerstoffgas erhalten, sondern indirekt durch eine Wechselwirkung von Cyangas und kohlens. Kali, wobei cyans. Kali und Cyankalium sich bilden; durchs Glühen von wasserfreiem Cyaneisenkalium mit Braunstein und auf andere Weise. Es ist eine farblose Flüssigkeit, von einem durchdringend saurem Geruch, der conc. Essigsäure ähnlich, von saurem Geschmack, Lackmus röthend, macht auf der Haut Blasen; sie besteht aus: 76,74 Cyan und 23,26 Sauerst., oder aus 2 Vol. Cgas und 1 Vol. Sstgas, zersetzt sich bei 0° langsam, über 0° rasch unter heftigem Erwärmen, Explosion, und verwandelt sich in unlösliche Cyanursäure; mit Wasser in Berührung zersetzt sie sich in Ammoniak und Kohlensäure. Sie bildet cyansaure Salze, *Cyanates,* welche sich durchs Erhitzen in Ammoniak und Kohlensäure unter Zurücklassung der Base zersetzen.

Völlig gleiche Mischung hat die Knallsäure, *Acide fulminique, Fulminic acid,* von *Liebig* und *Gay-Lussac* 1824 entdeckt. Sie kommt nicht in der Natur gebildet vor, wird nicht auf direktem Weg erzeugt, sondern dadurch, daſs man salpeters. Metallauflösungen, z. B. salpeters. Quecksilber-, Silberoxyd heiſs mit Alkohol mischt, wobei sich das erzeugte knallsaure Metalloxyd abscheidet (Knallsilber, Knallquecksilber). Es entmischt sich nämlich der Alkohol und die Salpetersäure, es bildet sich aus dem Stickst. und Sauerst. der Salpetersäure, dem Kohlenst. des Alkohols Knallsäure, ferner Salpeteräther etc. (siehe beim Knallsilber). Alle Versuche die Knallsäure zu isoliren sind zeither vergebens gewesen. Ihre Zusammensetzung ist gleich der der Cyansäure, beide sind isomerisch, obschon sie sich in ihrem Verhalten unterscheiden. So sind z. B. die Salze der Knallsäure, *Fulminates,* sowohl die metallischen, als auch die Doppelsalze dieser mit Alkalien, detonirend, wogegen die cyansauren Salze diese Eigenschaft nicht besitzen; zersetzt man ein knalls. Salz durch eine Sauerstoffsäure, so entmischt sich die Knallsäure in Ammoniak und Blausäure, dagegen die Cyans. in Ammoniak und Kohlensäure etc.

Hydrocyansäure, *Acide hydrocyanique*, *Hydrocyanic acid*, Blausäure (Berlinerblausäure), *Acide prussique*, *Prussic acid*, (Thiersäure), (HCy), von *Scheele* 1780 aus dem Berlinerblau (Cyaneisen) darzustellen gelehrt; kommt mit ätherischem Oel verbunden in gewissen Pflanzentheilen des Geschlechts *Amygdalus* und *Prunus* vor, als in den bittern

Mandeln, den Pfirsich-, Pflaumen-, Kirsch-, ja selbst Apfelkernen, den Kirschlorbeer-, Faulbaum-, Pfirsichblättern, der Rinde des Faulbaums, den Blüthen des Schlehenstrauchs, kurz in allen Pflanzenstoffen, welche wie bittere Mandeln riechen und schmecken. Man kann durch Destillation jener Pflanzensubstanzen mit Wasser das Blausäure enthaltende ätherische Oel abscheiden, welches goldgelb aussieht, schwerer als Wasser ist, (das Nähere hierüber unter den „ätherischen Oelen"). — Blausäure bildet sich nicht unmittelbar aus Cyan und Wasserstoff, aber durch Zersetzung eines Cyanmetalls mit Hülfe des Wassers, wenn eine die Zersetzung bedingende Säure vorhanden ist; wenn man Ammoniakgas über glühende Kohlen leitet.

Conc. Blausäure erhält man auf folgende Weise: man bringt in eine Tubulatretorte Cyanquecksilber, verbindet diese mittelst eines Vorstoſses mit der Vorlage, welche durch eine Frostmischung stets kalt gehalten wird; in die Vorstoſsröhre bringt man grob zerstoſsnen Marmor (kohlens. Kalk) zu $\frac{1}{3}$ der Länge, und geglühtes Chlorcalcium zu $\frac{2}{3}$. Darauf wird conc. Salzsäure auf das Cyanquecksilber geschüttet und gelinde Hitze gegeben. Erklärung. Das Cyanquecksilber und die Salzsäure zersetzen sich, es bilden sich Hydrocyansäure und Chlorquecksilber, erstere geht in Dämpfen durch das Rohr; hier absorbirt der kohlens. Kalk die vielleicht unverändert verflüchtigte Salzsäure, und das Chlorcalcium alle Wasserdämpfe, so daſs die Blausäure möglichst wasserfrei und rein in die Vorlage gelangt, wo sie zu einer tropfbaren Flüssigkeit kondensirt wird.

Man gewinnt ferner Blausäure, wenn man Cyaneisenkalium mit Phosphorsäure und Wasser vermischt destillirt, und stärksten Alkohol vorschlägt (für den Medicinalgebrauch); wenn man Cyanquecksilber in Wasser auflöst und mittelst Schwefelwasserstoffgas präcipitirt. Bei ersterm Prozeſs bildet sich durch Wasserzersetzung phosphors. Kali, Cyaneisen bleibt im Wesentlichen unzersetzt; bei letzterm Schwefelquecksilber und Blausäure.

Die concentrirte Blausäure ist eine farblose Flüssigkeit, von einem höchst penetranten Geruch nach bittern Mandeln, kühlenden und stechenden Geschmack, welcher längere Zeit ein kratzendes Gefühl im Schlund hinterläſst; sie ist das heftigste Gift, gegen welches kein sicheres Gegengift bekannt ist, sie tödtet mit Blitzesschnelle. Das specifische Gewicht derselben ist 0,7058 bei + 7°, 0,6969 bei + 18°; sie kocht bei + 26,5°, die Dämpfe derselben haben ein specif. Gewicht von 0,9476; sie gefriert bei — 15° zu einer krystallinischen Substanz, sie erzeugt durch rasches Verdunsten Kälte, so daſs sie dadurch selbst bei + 20° zum Gefrieren kommt; Lackmuspapier röthet sie nur schwach und vorübergehend. Sie besteht aus: 96,35 Cyan und 3,65 Wasserst, oder aus gleichem Vol. Cgas und Wstgas, entmischt sich leicht, besonders beim Zutritt der Luft, des Lichts und der Wärme, die Flüssigkeit wird röthlichbraun gefärbt, braune Flocken, Cyan in concreter Form, scheiden sich ab und Cyanammonium bildet sich; ein Zusatz von Alkohol hindert diese Entmischung kräftig. Dämpfe der Blausäure sind brennbar, entzünden sich an brennenden Körpern wie Aetherdampf, verpuffen mit

Digitized by Google

Luft gemengt, wenn elektrische Funken durchgeleitet werden. Wasser und Alkohol nehmen die Blausäure in jedem Verhältniſs auf, erwärmtes Kalium absorbirt aus den Dämpfen der Blausäure Cyan und entbindet Wasserstoffgas. Blausäure wird durch ätzende fixe Alkalien in ameisens. Ammoniak zersetzt, durch rauchende Salzsäure zum Erstarren gebracht.

Bringt man Blausäure mit Basen in Berührung, so entstehen nicht eigentlich blausaure Salze, *Hydrocyanates, Prussiates,* sondern durch eine Zersetzung derselben so wie der Basen Cyanmetalle, *Cyanures, Cyanides.* Die Verbindungen mit den Metallen der Alkalien und Erden zersetzen sich mit Wasser in Berührung, so daſs Blausäure durch den Geruch sich zu erkennen giebt, und die Basen durch Reaktion; dies findet im trocknen Zustand nicht statt. — Die Blausäure wird nur in der Medicin gebraucht.

Schwefelcyan mit wenig Schwefel, *Protosulfure de Cyanogène, Protosulphuret of C.,* (CyS), erhält man, wenn eine conc. Auflösung von Schwefelcyankalium, mit etwas Salzsäure angesäuert, durch Chlorgas zerlegt wird, wobei sich Chlorkalium bildet, und Schwefelcyan sich abscheidet. Ein schwefelgelbes zartes Pulver, färbt stark ab und hält das Wasser stark zurück, zersetzt sich theilweis beim Erhitzen in Schwefel, Schwefelkohlenstoff, Cyangas; besteht aus: 45,05 Cyan und 54,95 Schwefel. Mischt man Schwefelcyankalium mit Wasser und Schwefelsäure, so erhält man durch eine Zersetzung des Wassers eine eigne Säure.

Schwefelblausäure, *Acide hydro-sulfo-cyanique, Sulphocyanic acid,* (Blutsäure, *red tinging acid,* rothfärbende Säure), ist eine farblose Flüssigkeit, von sauren, stechenden, essigähnlichen Geruch, sauren Geschmack, specif. Gewicht 1,022, gefriert bei $-12{,}5^{0}$, krystallisirt in 6seitigen Säulen, siedet bei $102{,}5^{0}$, ist giftig und besteht aus: 98,32 Schwefelcyan und 1,68 Wasserst., zersetzt sich leicht am Licht, durch Sieden, an der Luft, durch Chlor, ein gelbes Pulver, höheres Schwefelcyan, scheidet sich ab. Die Schwefelcyanmetalle, *Sulfocyanures, Sulphocyanides,* der Alkalien und Erden sind in Wasser und Alkohol löslich, färben Eisenoxydauflösungen blutroth, daher der Name rothfärbende Säure.

Cyan giebt mit Chlor, Jod, Brom Verbindungen.

Verbindungen des Stickstoffs mit Chlor und Jod.

Chlorstickstoff, *Azoture de Chlore, Chloride of Nitrogen,* (Cl_3N) von *Dulong* 1811 entdeckt, wird durch Zersetzung eines Ammoniaksalzes, oder der Ammoniakflüssigkeit, mittelst Chlor dargestellt. Man muſs diesen Körper unter einer Salzauflösung aufbewahren, indem er sich sonst entmischt.

Eine gelbliche, ölartige Flüssigkeit, von durchdringendem Geruch, scharfem Geschmack, specif. Gewicht 1,653, sehr flüchtig, verdampft bei der mittlern Lufttemperatur sehr schnell, kocht bei 71^{0} in verschloſsnen Gefäſsen und besteht aus: 11,76 Stickst. und 88,24 Chlor, oder aus 1 Vol. Ststgas und 3 Vol. Chlgas, zersetzt sich durchs Erwärmen bis gegen 96^{0} unter Licht- und Wärmeentwickelung mit einem heftigen Knall, indem die beiden Elemente sich in Gasform trennen, wobei sie sich mächtig ausdehnen; gleiche Detonation findet statt bei Berührung mit Selen,

Phosphor, Arsenik, Baumöl, Terpenthin-, Steinöl, Caoutchouc u. a. m. Bringt man Chlorstickstoff mit Metallen in Berührung, so bilden sich unter Freiwerden von Stickstoffgas Chlormetalle.

Jodstickstoff, *Azoture d'Jode, Jodide of Nitrogen*, $(\bar{I}_3\bar{N})$, durch Digestion von Jod und Ammoniakflüssigkeit, wodurch ein dunkelfarbiges Pulver sich erzeugt, während in der Flüssigkeit Jodammonium aufgelöst ist. Oder man löst Jod in Goldscheidewasser auf, (hiedurch entsteht Chloriod) und schlägt mit Ammoniak nieder, wodurch das letztere zersetzt wird, so daſs Hydrochlorsäure und Jodstickstoff sich bilden.

Ein bräunlich-schwarzes Pulver, in Wasser unauflöslich, besteht aus: 3,61 Stickst. und 96,39 Jod, oder aus 1 Vol. Ststgas und 3 Vol. Jdampf, zersetzt sich, wenn es trocken ist, von selbst mit heftigem Knall und violettem Licht, und kann durch die leiseste Berührung zum Explodiren gebracht werden; im feuchten Zustand detonirt es nur durchs Erhitzen, Druck, Schlag, dabei entbindet sich Stickstoffgas und Joddampf. Brennbare Substanzen bedingen in Berührung mit Jodstickstoff dessen Zersetzung, heiſses Wasser entmischt denselben in Hydriodsäure und salpetrige Säure, desgleichen Salzsäure, Alkalien.

Ammoniaksalze.

Kohlensaures Ammoniak, a) neutrales, *Carbonate d'Ammoniaque, C. of Ammonia*, $(\bar{H}_3\bar{N}\ddot{C})$, durch unmittelbare Vereinigung von 2 Vol. Ammoniakgas mit 1 Vol. kohlensaurem Gas, beide im wasserfreien Zustand. Eine weiſse, krystallinische Materie, riecht stark nach Ammoniak, enthält 43,7 Ammon. und 56,3 Kohlens. und wird durch Wasser in die folgende Verbindung und freies Ammoniak zerlegt.

b) Anderthalb kohlensaures Ammoniak, *Sesquicarbonate d'Ammoniaque, S. of Ammonia*, heiſst gewöhnlich „kohlensaures Ammoniak," englisches Riechsalz, *smell-salt, Sel volatil d'Angleterre*, $((\bar{H}_3\bar{N})_2\,\ddot{C}_3 + 2\dot{\bar{H}})$.

Man stellt es in chemischen Fabriken durch Sublimation von Hirschhornsalz mit thierischer Kohle, oder auch aus Salmiak und Kreide dar; im flüssigen Zustand wird es als Harngeist erhalten (siehe unten). Man mengt Salmiakpulver mit $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Theilen gut gewaschner und scharf getrockneter Kreide, bringt das Gemeng in guſseiserne Retorten, legt irdne, oder bleierne Vorlagen an, und giebt Rothglühhitze, wobei sich anderthalb kohlens. Ammoniak sublimirt, Chlorcalcium im Rückstand bleibt und Ammoniakgas entweicht. Dieser Prozeſs erfordert ziemlich viel Wärme, und wegen Sprengung ein sehr vorsichtiges Operiren. Das gewonnene Salz wird noch einmal sublimirt, wobei man einen Glaskolben auf den Sublimirkessel aufkittet. — Erklärung. Es entstehen direkt neutrales kohlens. Ammoniak, Chlorcalcium und Wasser, letzteres bedingt, nach dem bei a) erwähnten, eine Zer-

setzung des neutralen kohlens. Ammoniaks in anderthalb kohlens. A. und freies Ammoniakgas.

Um Hirschhornsalz (kohlens. Ammoniak mit brenzlichem Thieröl gemengt) zu reinigen, wird dasselbe möglichst trocken aus dem Fässerapparat (siehe weiter unten) entnommen und mit Knochenkohle vermischt in einer gläsernen oder eisernen Retorte und Vorlage bei allmälig steigender Hitze sublimirt, das Sublimat von Neuem mit Kohle behandelt, bis es völlig weifs geworden, und alles empyreumatische Oel verloren hat.

Ueber die Reinigung des Hirschhornsalzes siehe S. J. d. Ch. Bd. 4. S. 367.

Das anderthalb kohlens. Ammoniak krystallisirt auf nassem Weg in Rhombenoktaëdern, durch Sublimation erhält man es in Broden (schüsselförmigen Stücken), weifs; es riecht stark ammoniakalisch, schmeckt scharf, ätzend, alkalisch, reagirt auch also, löst sich in zwei Theilen kaltem und weniger als gleichen Theilen heifsem Wasser auf, mufs in wohl verschlofsnen Gefäfsen aufbewahrt werden, weil es einmal sich verflüchtigt, und zweitens Kohlensäure anzieht. Es besteht aus: 28,92 Ammon., 55,91 Kohlens. und 15,17 Wasser. Man gebraucht es in der Chemie als Reagens, zur Darstellung verschiedner Ammoniakpräparate, in der Medicin, in der Kuchenbäckerei zum Auflockern des Teigs, (zu welchem Endzweck es vollkommen rein sein mufs; beim Backen des Gebäcks entweicht es), um Flecke, durch Säuren hervorgebracht, auszubringen.

Siehe D. p. J. Bd. 11. S. 348. — D. t. Artikel „Ammoniaque, Carbonate d'Ammon."

Zu technischen Zwecken beschafft man eine kohlens. Ammoniak enthaltende Flüssigkeit auf verschiedne Weise:

a) Aus Harn. Wenn der Harn fault, so entwickelt sich in demselben eine nicht unbeträchtliche Menge kohlens. Ammoniak, von welchem der starke ammoniakalische Geruch desselben herrührt. Man benutzt nun entweder den gefaulten Harn an sich, z. B. zum Waschen von Wolle, Tuch, zum Alaunsieden etc., oder man destillirt denselben aus grofsen Blasen, oder Pfannen mit Helmen. In der Salmiakfabrik zu Nufsdorf bei Wien ist dazu folgende Einrichtung. Die eisernen Pfannen sind 5 Fufs lang, 3,5 F. breit, 3 F. tief, und haben ein aufgelöthetes spitzwinkliges Dach, Helm; an den Löthstellen laufen inwendig an allen 4 Seiten bleierne Tropfrinnen, in welche sich die an den Wänden des bleiernen Helms niedergeschlagnen Dämpfe tropfbar sammeln. Auch auswendig läuft eine ähnliche Tropfrinne an der entsprechenden Stelle um die Pfanne, um das Kühlwasser abzuleiten, mit welchem fortwährend die bleierne Bedachung beträufelt wird. Die

kohlens. Ammoniak enthaltende Flüssigkeit wird aus den innern Röhren am niedrigsten Punkt durch ein Abzugsrohr nach einem bleiernen Behälter abgelassen. In der Pfanne befindet sich, um das Verdampfen zu befördern, und das zu Anfang des Destillirens starke Aufschäumen zu verhindern, eine horizontale Welle mit einer Rührvorrichtung. Das Destillat nennt man Harngeist, Urinspiritus, es beträgt gewöhnlich ¼ des gefaulten Harns.

Hollunder Tagebuch einer metallurgisch-technologischen Reise, Nürnberg 1824. Seite 47.

b) Durch trockne Destillation der Steinkohlen (siehe vorn Seite 134).

c) Durch trockne Destillation thierischer Stickstoff enthaltender Materien, als der Knochen, des Horns (Rindshörner, Hüfe von Pferden, Rindvieh etc., Hornspähne von Horndrechslern, Schmieden,) der Abgänge von Häuten (der Schwanz-, Kopf- und Fuſsenden aus den Gerbereien), des Fleisches und Bluts von Cadavern, getrockneter menschlicher und thierischer Exkremente etc. Ehedem wendete man vorzugsweise Hirschhorn dazu an, woher der alte Name Hirschhornsalz. Die Produkte bei diesem Prozeſs sind: beide Kohlenwasserstoffgase, kohlensaures, Kohlenoxyd-, Stickstoffgas; kohlens., etwas essigs. (und blaus.) Ammoniak in Wasser, welches theils Edukt, theils Produkt ist, gelöst und mit gleichzeitig erzeugtem stinkenden Oel, Hirschhornöl, vermengt, eine braungelbe Flüssigkeit, Hirschhornspiritus genannt; auf dieser schwimmt das Hirschhornöl von braunschwarzer Farbe. (Bei einem Versuch im Kleinen setzt sich kaum etwas Hirschhornsalz an). Thierkohle bleibt in der Retorte zurück. Das Nähere über die Gewinnung dieser Produkte im Groſsen in Band II. im Abschnitt „Verkohlung thierischer Substanzen."

Das Hirschhornsalz, *Sel de corn de cerf, Salt of hartshorn,* sieht von beigemischtem stinkenden Thieröl braungelb aus, riecht nach Ammoniak und Hirschhornöl, löst sich in Wasser etwas schwerer als reines anderthalb kohlens. Ammoniak auf, wobei sich stinkendes Oel abscheidet. — Hirschhornspiritus, sieht gelbbraun aus, specif. Gewicht 1,01, setzt besonders am Licht eine braune Materie (Fusein) ab, eine Folge der Zersetzung des enthaltnen Hirschhornöls. — (Hirschhornöl, eine dickliche, schwarzbraune Flüssigkeit, von argem Gestank, wird mit der Zeit durch den Einfluſs von Licht und Luft immer dicker, therartig.)

Anwendung. Hirschhornsalz und H.spiritus zur Darstellung des Salmiaks, ferner zur Verfertigung von Ammoniakalaun, von kohlens. Ammoniak, als Heilmittel.

Zweifach kohlens. Ammoniak, *Bicarbonate d'Ammoniaque, B. of Ammonia,* ($\overline{H}_3\overline{N}\ddot{C}_2 + \dot{H}$). Das anderthalb kohlens. Ammoniak zieht

an der Luft Kohlensäure an, und wird nach und nach zum doppelt kohlens. A., noch schneller, wenn man eine Auflösung jenes Salzes mit kohlens. Gas behandelt. Es krystallisirt in 6seitigen Säulen, schmeckt und reagirt kaum noch alkalisch, löst sich in 8 Theilen kalten Wasser auf, und verliert durchs Erhitzen der Auflösung $\frac{1}{4}$ der enthaltnen Kohlensäure, wird zu anderthalb kohlens. A. Es enthält 21,7 Ammon., 55,7 Kohlens. und 22,6 W.

Schwefligsaures Ammoniak, *Sulfite d'Ammoniaque, S. of Ammonia,* $(H_3N\dot{\dot{S}}+\dot{H})$, erhält man, indem schwefligs. Gas durch eine Auflösung von kohlens. Ammoniak streicht. Es krystallisirt in 6seitigen farblosen Säulen, wird feucht, zieht Sauerstoff an und geht allmälig in schwefels. Ammoniak über, löst sich in gleichen Theilen kalten Wasser auf, enthält 29,46 Ammon., 55,10 schweflige S., 15,44 W. — Man gebraucht es als Reduktionsmittel für selenige Säure, um Selen auszuscheiden.

Schwefelsaures Ammoniak, *Sulfate d'Ammoniaque, S. of Ammonia, (Sal ammoniacum secretum Glauberi),* $(H_3N\dddot{S}+2\dot{H})$, findet sich in vulkanischen Ländern, mit Salmiak und Eisenoxyd gemengt zu Solfatara, am Aetna, aufgelöst in dem Wasser der Lagunen von Siena im Toskanischen, wo es sich an den Ufern ansetzt, nach dem Entdecker Mascagnin genannt. Man gewinnt es dadurch, dafs man Hirschhornsalz und H.spiritus, Harngeist mittelst Gyps, oder Eisenvitriol zerlegt, indem man die Flüssigkeit durch eine Schicht jener Substanzen durchseiht, unter Abscheiden von kohlens. Kalk, kohlens. Eisenoxydul, oder durch Neutralisation mit Schwefelsäure; hierauf wird die Lauge eingedunstet, wobei das stinkende Thieröl sich theilweis verflüchtigt, theils als Schaum verdickt absetzt; die Krystalle sind aber noch nicht völlig rein. Will man das schwefels. Ammoniak reinigen, so müssen die Krystalle geschmolzen, geröstet werden, wobei die in dem Salz noch rückständigen empyreumatischen Materien zerstört werden; dann laugt man die kohlige Salzmasse mit kochendem Wasser mehrmals aus, klärt die Lauge, dampft ab und läfst die Krystalle anschiefsen.

Das schwefelsaure Ammoniak bildet farblose, durchsichtige, 6seitige Säulen, von einem scharfen, bittern Geschmack, löst sich in 2 Theilen kaltem und 1 Theil kochendem Wasser auf, ist luftbeständig, verknistert beim Erwärmen, wird in gröfserer Hitze zersetzt, besteht aus: 22,81 Ammon., 53,28 Schwefels. und 23,91 Wasser; bildet mit schwefels. Thonerde Ammoniakalaun, mit schwefels. Kali und Natron gleichfalls Doppelsalze.

Anwendung. Zur Darstellung des Salmiaks, zur Gewinnung des Salmiakgeistes, zur Verfertigung des kohlens. Ammoniaks, des (Ammoniak)-Alauns.

Hydrothionsaures Ammoniak, *Hydrosulfate d'Ammoniaque,*

niaque, Hydrosulphuret of Ammonia, (eigentlich hydrothionsaures Schwefelammonium), ($H_4NS + HS$), wird erzeugt wo animalische Substanzen verfaulen, in Kloaken, Abtritten. Es bildet sich aus gleichen Raumtheilen Ammoniak- und Schwefelwasserstoffgas, wobei es in Krystallen anschiefst; gewöhnlich stellt man es flüssig dar, indem man in Salmiakgeist so lange Schwefelwasserstoffgas leitet, bis die Flüssigkeit kein freies Ammoniak mehr enthält, bis eine Auflösung von schwefels. Magnesia nicht mehr getrübt wird.

Es krystallisirt in farblosen Nadeln, Blättchen, welche nur im luftleeren, oder überhaupt sauerstofffreien, Raum dauern können, sie zersetzen sich durch den Sauerstoff, es bildet sich Wasser und Schwefel wird frei; sie ziehen auch Wasser an. Man bedient sich dieses Salzes in flüssiger Form, um Metalle aus ihren Auflösungen als geschwefelte Metalle niederzuschlagen (siehe oben Seite 172).

Phosphorsaures Ammoniak, *Phosphate d'Ammoniaque, Ph. of Ammonia,* ($(H_3N)_2\ \ddot{\bar{P}} + 2\dot{H}$), kommt im Urin des Menschen und der fleischfressenden Thiere vor, kann aus kohlens. Ammoniak und saurem phosphors. Kalk bereitet werden. Es krystallisirt, schmeckt kühlend, stechend, löst sich in 5 Theilen kalten Wasser auf, entbindet in der Hitze Ammoniak und Phosphorsäure bleibt zurück, aber nicht völlig von allem Ammoniak befreit (siehe vorn Seite 181). Man bedient sich daher auch dieses Salzes um Phosphorsäure darzustellen. Mit phosphors. Natron giebt es ein Doppelsalz, (siehe beim Natron).

Salzsaures, oder hydrochlorsaures Ammoniak, *Hydrochlorate, Muriate d'Ammoniaque, H., M. of Ammonia,* Salmiak, *Sel ammoniac, Sal ammoniac,* Chlorammonium, *Chlorure d'Ammonium,* (H_4NCl oder $H_3N + HCl$). Dieses Salz findet man in allen vulkanischen Ländern, auf Laven als Rinde oder Beschlag, in Spalten, Höhlungen vulkanischer Gebilde, sowohl in haarförmigen Krystallen, als kuglich, tropfsteinartig, mehlig, durch Schwefel, Selen und Eisenoxyd gefärbt. So am Aetna, Solfatara am Vesuv, Lipari, vorzüglich viel in der Tatarei, Bucharei, im südlichen Amerika. Ueber Sibirien kommt ziemlich viel natürlicher Salmiak aus der Tatarei nach Rufsland.

In frühern Zeiten erhielt man Salmiak allein aus Aegypten, wo derselbe aus dem Kamelmist verfertigt wird. Man verbrennt getrockneten Kamelmist, sammelt den Salmiak enthaltenden Rus und sublimirt denselben, wobei der Salmiak in Broden erhalten wird. Der Kamelmist enthält nämlich stickstoffige thierische Substanzen, ein wenig Salmiak, der im Urin des Thiers enthalten, salzs. Kali, Natron; aus diesen entsteht in der Hitze durch gegenseitige Entmischung Salmiak. Aus 5 Pfund Rus erhält man etwa 1 Pfund Salmiak. Der ägyptische Salmiak zeichnet sich durch

eine graulich-weiſse Farbe aus. — Die Darstellung des Salmiaks in Europa fand erst im vorigen Jahrhundert statt, 1759 wurde die erste Salmiakfabrik in Deutschland zu Braunschweig von den Gebrüdern *Gravenhorst* angelegt. Man bereitet ihn: 1) aus ätzenden, kohlens., (schwefelwasserstoffs.) Ammoniak und Salzsäure, 2) aus schwefels. Ammoniak und Kochsalz, 3) aus kohlens. Ammoniak und Salzmutterlauge.

1) Man neutralisirt Hirschhornsalz und H.spiritus, die durch Destillation der Steinkohlen bei der Gasbeleuchtung erhaltne ammoniakalische Flüssigkeit, welche kohlens., hydrothions., (essigs.) Ammoniak enthält, ebenso Harngeist mit Salzsäure; dampft die Flüssigkeit zum Krystallisationspunkt ab und läſst krystallisiren. Um Brennmaterial zu ersparen, hat man auch ein entgegengesetztes Verfahren eingeschlagen, nämlich die ammoniakalischen Flüssigkeiten mit gebranntem Kalk destillirt, und den Salmiakgeist in groſsen mit Salzs. erfüllten Vorlagen aufgefangen. Hiedurch gewinnt man reinen Salmiak in Krystallen, erspart das Abdampfen einer groſsen Menge Wasser. Der gewonnene Salmiak muſs scharf getrocknet werden.

2) Wendet man eine Lauge von schwefels. Ammoniak und Kochsalz an, so erfolgt in der Auflösung eine Zersetzung, es bilden sich schwefels. Natron und salzs. Ammoniak; dampft man die Auflösung ein, so scheidet sich das schwefels. Natron zuerst ab, und wird in der Pfanne zusammengekrückt, in Körbe geschüttet, die man am Rand der Pfanne abtropfen läſst. Setzt die Lauge nur noch wenig Glaubersalz ab, so wird sie in die Wachsfässer geleitet, in welchen Salmiak anschieſst, der noch etwas Glaubersalz enthält; man spült ihn mit Wasser ab, löst in kochendem auf und läſst von Neuem anschieſsen, wenn man denselben nicht sublimiren will. Man hat auch wohl trocknes schwefels. Ammoniak mit Kochsalz zusammen einer Sublimation unterworfen, wobei schwefels. Natron und Salmiak resultiren, ersteres bleibt als ein Salzkuchen am Boden des Geschirrs.

3) Die Mutterlauge von Salzsoole, von Meersalz, die Bitterlauge, *the bittern,* enthält Chlormagnesium, Chlorcalcium, sie kann daher zur Zersetzung von kohlens. Ammoniak angewendet werden, wobei kohlens. Magnesia, kohlens. Kalk und Salmiak resultiren. (Man hat auch angerathen, animalische Substanzen, Mist, mit der Mutterlauge zu tränken und getrocknet in Oefen zu verbrennen, den Rauch in Kammern zu kondensiren; die salzs. Magnesia entbindet nämlich in der Hitze Salzsäure).

In den Niederlanden bei Lüttich gewinnt man endlich durchs Verbrennen von Steinkohlengrus, gemengt mit Steinkohlenrus, Kochsalz und Thon in eignen Oefen Salmiak. Der Prozeſs ist folgender: Steinkohlen-

Digitized by Google

rus enthält schwefels. Ammoniak, auch wirklichen Salmiak; Kochsalz und Thon entbinden Salzsäure (siehe oben S. 196), wodurch sich also Salmiak bilden kann. Auch in der Umgegend von London bestand eine Salmiakfabrik, die sich des Ruses aus den Schornsteinen der Hauptstadt bediente. — Man hat zu St. Etienne bei Gelegenheit eines Steinkohlenbrands eine reichliche Menge Salmiak als ein krystallinisches Sublimat beobachtet.

Man bringt den Salmiak entweder in Broden in den Handel, sublimirter S., oder in Form kleiner Hüte, auf nassem Weg gewonnener S. Die Sublimation geschieht entweder, wie bei uns, in gläsernen fast eiförmig gestalteten Ballons, welche in Sandkapellen in Galeerenöfen zu 16, 24 Stück eingesetzt werden, oder in eisernen Geräthen, die aus 2 Hälften bestehen. Man hat auch irdne Sublimirkessel, die in Kapellen stehen, mit irdnen und eisernen Deckeln, selbst aus Granit gefertigte Geschirre. Bei jeder Sublimation geht der Glasballon verloren, auch zerspringt er zuweilen mit heftigem Knall, wenn die Oeffnung zu früh durch das sich bildende Salmiakbrod verschlossen wurde, ehe alle Wasserdämpfe entwichen sind; deshalb wird von Zeit zu Zeit mit einem heifsen Eisen die Oeffnung erneuert. Die Brode sind meniskenartig, convexconcav, 20 bis 30 Pfund, die englischen an 50 und mehr Pfund schwer, in der Mitte 2 bis 5 Zoll stark, nach dem Rand verjüngt, weifs, fettglänzend, vielfach geborsten, klingend, aus mehrern parallelen Schichten gebildet, durchscheinend, der Bruch grobsplittrig; sie dürfen nicht gelblich aussehen, (Zeichen von Chloreisen, welches sich durchs Auflösen und Zusatz von Cyaneisen-Kalium zeigt). Um den Salmiak in Hutform zu bringen, rührt man die Krystalle mit etwas siedendem Wasser zu einem Brei an, oder nimmt die frisch gebildeten Krystalle aus der noch warmen Lauge, läfst sie etwas abtropfen, trägt sie in thönerne glasurte, oder zinnerne zweitheilige Formen, die auf der Spitze aufgestellt sind, und prefst in diese das Salz ein, hebt dann die Form ab, trocknet die Brode in einer Trocknenstube, und schlägt sie in blaues Papier ein.

Salmiak krystallisirt in Oktaëdern, gewöhnlich in ziemlich langen Nadeln, die zu einem Federbart an einander gereiht sind, dieselben sind farblos, biegsam, luftbeständig, schmecken scharf, stechend, salzig, lösen sich in 2,72 Theilen kalten und gleichen Theilen kochenden Wasser auf, sehr wenig in Weingeist; in der Hitze verflüchtigt er sich in weifsen Dämpfen, besteht aus 32,03 Ammoniak und 67,97 Salzsäure. Salmiakblumen nennt man den durchs Auflösen und Umkrystallisiren gereinigten Salmiak.

Salmiak dient zur Darstellung des Salmiakgeists, des kohlens. Ammoniaks, wird gebraucht zum Löthen und Verzinnen von Eisen-,

16*

Kupfer- und Messinggeräth, zur Darstellung von Königswasser, Platinsalmiak, zur Bereitung von Eisenkitt (50 Eisenbohrspähne, 2 Schwefel, 1 Salmiak), in der Medicin, in der Färberei und Kattundruckerei.

Bei der Anwendung des genannten Eisenkitts entwickeln sich schädlich wirkende Gase, welche beim Verstreichen der Dampfkessel im Innern nicht selten schon Menschen getödtet haben (Stickstoff- und Wasserstoffgas).

Ueber Salmiak siehe D. t. Tom. 19. pag. 218. — *Gehlen* im B. K. u. G. 1826. S. 271. — P. ch. E. Vol. 2. pag. 437. — *Broling* in D. p. J. Bd. 11. S. 329. — *Kölreuter* das. Bd. 27. S. 138. — *Siemens* in E. J. Bd. 5. S. 409.

Salpetersaures Ammoniak, *Nitrate d'Ammoniaque*, *N. of Ammonia*, (knallender Salpeter, $\overline{H}_3N\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{N}} + \dot{\overline{H}}$), wird aus kohlens. Ammoniak und Salpetersäure bereitet, krystallisirt in 4 und 6seitigen Säulen, Nadeln, welche Seidenglanz zeigen, farblos sind, leicht feucht werden, und bitterlich-kühlend, scharf schmecken. Es löst sich in 2 Theilen kalten, gleichen Theilen siedenden Wasser auf, zersetzt sich bei 250° in Wasser und Stickstoffoxydulgas (siehe oben Seite 215), explodirt auf glühenden Kohlen, besteht aus 21,36 Ammon., 67,44 Salpeters., 11,20 W.

Elftes Kapitel.

Vom Bor.

Bor, *Bore, Boron,* (B), wurde 1809 von *Gay-Lussac, Thénard*, und *Davy* entdeckt; es wird durch Desoxydation der Boraxsäure mittelst Kalium, oder mittelst weniger Kalium aus scharf getrocknetem Fluorbor-Kalium (fluſsboraxs. Kali) durchs Glühen gewonnen; die geglühte Masse wird abgewaschen und das Bor gereinigt.

Es ist ein dunkel bräunlich-grünes Pulver, stark abfärbend, geruch- und geschmacklos, im Feuer unschmelzbar, leitet die Elektricität nicht, ist in Wasser ein wenig auflöslich, oxydirt sich nicht an der Luft bei der gewöhnlichen Temperatur, verbrennt aber bei etwa 320° mit röthlichem Feuer und Funkensprühen, und erzeugt Borsäure; beim Verbrennen in Sauerstoffgas erscheint eine schwache grünliche Flamme. Es verpufft mit Salpeter heftig, oxydirt sich durch kohlens. Kali beim Glühen, Kohlenstoff scheidet sich ab; Salpetersäure, Goldscheidewasser lösen Bor unter Bildung von Borsäure auf; mit Aetzkali geschmolzen entsteht bors. Kali, Wasserstoffgas entbindet sich.

Es hat nur eine Oxydationsstufe, die Borsäure, Boraxsäure, *Acide borique, Ac. boracique, Boracic acid*, ($\dddot{\overline{B}}$), von *Homberg*

1702 entdeckt, welche in der Natur sowohl frei, als an Ammoniak, Natron, Kalk, Thonerde, Magnesia gebunden vorkommt.

Boraxsäure mit etwas eingemengtem Schwefel findet man als Ueberzug an den Wänden der Felsenhöhlen der Insel Volcano, am Krater der Vulkane; am Rande und als Bodensatz heiſser Quellen und kleiner stehender Wasser (Lagunen), auch aus dem Boden ringsum auswitternd, mit boraxs. und schwefels. Ammoniak, Thonerde, Eisenvitriol gemengt, bei Sasso in der Gegend von Florenz; man hat daher auch der natürlichen Boraxsäure den Namen Sassolin gegeben; in dem Wasser der Lagunen von Castelnuovo, Cerchiajo etc. Man benutzt die Wasser, um daraus die Säure zum Gebrauch der Boraxfabriken darzustellen; man hat neuerdings angefangen, die Wasser durch den Gradirungsprozeſs siedewürdig zu machen, worauf man sie abdunstet, und 1 bis 2% unreine Säure gewinnt.

Um die Säure aus Borax (boraxs. Natron) zu gewinnen, zerlegt man denselben mittelst Schwefelsäure; man löst ihn in kochendem Wasser auf, setzt $\frac{3}{4}$ concentrirte Schwefelsäure zu, wodurch sich schwefels. Natron bildet, und beim Erkalten der Flüssigkeit Borsäure auskrystallisirt. Die Krystalle werden gesammelt, getrocknet, umkrystallisirt und, wenn es auf vollkommne Reinheit ankommt, in einem Platintiegel geschmolzen, denn die krystallisirte Säure enthält leicht noch etwas anhängende Schwefelsäure.

Die wasserfreie Boraxsäure erscheint als eine farblose, durchsichtige, harte, geruchlose Masse, (verglaste Säure), specif. Gewicht 1,803, wird bald an der Luft undurchsichtig, bekommt viele kleine Risse, schmilzt in der Rothglühhitze, und verflüchtigt sich in keinem Ofenfeuer; sie löst sich in Wasser allmälig auf. Die krystallisirte Säure ($\dddot{B} + 6\dot{H}$) enthält 44% Wasser, erscheint in fettglänzenden, zarten Blättchen, die ein groſses Volum einnehmen, specifisches Gewicht 1,48, verliert beim Erhitzen ihr Wasser unter Aufschäumen, schmeckt wenig sauer, mehr bitterlich, löst sich in 25,6 Theilen Wasser von 19°, und in 3 Theilen kochendem, in Alkohol gleichfalls auf, und dieser brennt dann mit grüngefärbter Flamme, bräunt Curcumapapier, gleich einem Alkali; beide Auflösungen geben beim Destilliren ein Boraxsäure enthaltendes Destillat, obschon die Säure an sich ganz feuerbeständig ist; auch in Schwefelsäure und Oelen ist sie löslich. Die wasserleere Säure besteht aus: 31,19 Bor und 68,81 Sauerst., gehört im Allgemeinen zu den schwächern Säuren, jedoch treibt sie, wegen ihrer Feuerbeständigkeit, die mehrsten sonst weit stärkern Säuren in der Glühhitze aus ihren Salzen. Sie giebt mit den Basen boraxsaure Salze, *Borates*, welche gröſstentheils unauflöslich sind, nur die der Alkalien machen hievon eine Ausnahme; sie schmelzen in der

Hitze und geben beim Erkalten glasartige Massen. Weder Wasserstoff noch Kohlenstoff vermögen die Boraxsäure und ihre Salze zu reduciren, daher auch die Analyse dieser Säure erst nach Entdeckung des Kaliums möglich wurde.

Anwendung der Boraxsäure zur Darstellung des künstlichen Boraxes, (in der Kattundruckerei in Frankreich), zum Färben des Goldes, zur Darstellung von Glasflüssen, Flintglas.

Zwölftes Kapitel.

Vom Kiesel.

Kiesel, *Silicium*, (Si), wurde von *Berzelius* 1823 dargestellt; früher kannte man es nur in Verbindung mit Kalium, Eisen, welche Verbindungen man durchs Glühen von Kieselerde mit Kalium, oder mit Kohle und Eisenspähnen erhielt. Um es darzustellen glüht man Fluorkiesel-Natrium (flufskiesels. Natron) in einer Glasröhre mit Kalium gemengt, wobei sich kein Gas entwickelt; das Produkt ist Fluornatrium und Kieselkalium. Man löst darauf den Rückstand in kaltem Wasser auf, wobei ersteres sich auflöst, letzteres das Wasser zersetzt, indem sich Kali erzeugt und Wasserstoffgas entbindet, von welchem ein kleiner Theil mit Kiesel sich verbindet. Man wäscht mit vielem kalten, dann siedenden Wasser ab, welches lange fortgesetzt werden mufs. Das so gewonnene Kiesel enthält immer noch Wasserstoff in sich, desgleichen ein wenig Kieselsäure; man glüht es daher, um das Wasserstoffgas abzuscheiden, und übergiefst es mit schwacher Flufssäure, um die Kieselsäure aufzulösen, und erhält es hiedurch rein.

Das Kiesel ist ein dunkelbraunes Pulver, ohne allen Metallglanz, erhält auch unter dem Polirstahl keinen solchen Glanz, färbt stark ab, hängt sich sehr leicht an Körper an, leitet die Elektricität nicht, ist nicht flüchtig; nach dem Ausglühen oxydirt sich dasselbe an der Luft und im Sauerstoffgas selbst nicht in der Rothglühhitze, wird durch Salpeter, chlors. Kali nicht oxydirt. Ist es dagegen ungeglüht, Wasserstoffkiesel, so verbrennt es an der Luft leicht, noch leichter im Sauerstoffgas. Mengt man es mit kohlens. Kali und erhitzt es, so verbrennt es bei der Dunkelrothglühhitze, die Masse wird in Folge des aus der Kohlensäure abgeschiednen Kohlenstoffs schwarz, und kiesels. Kali hat sich gebildet. Eben so bedingen Aetzkali, Aetznatron mit Kiesel geglüht eine rasche Oxydation und Bildung von kiesels. Kali, Natron. Es wird von den stärksten Mineralsäuren weder oxydirt, noch aufge-

löst, nur von einem Gemeng von Fluſs- und Salpetersäure (Fluor und salpetriger Säure). Das ungeglühte Kiesel löst sich leicht in Fluſssäure, selbst ohne Wärme, auch in concentrirter Aetzkalilauge mit Hülfe der Wärme auf.

Kiesel verbindet sich mit Sauerstoff in einem Verhältniſs. **Kieselsäure**, **Kieselerde**, *Silice, Acide silicique, Silica, Silicic acid,* ($\ddot{Si}$), der Hauptbestandtheil der meisten Fossilien aus dem Geschlecht der Erden und Steine, findet sich theils ziemlich rein als Bergkrystall, Quarz, Chalcedon etc, meistens mit Thonerde, Kalk, Magnesia, Kali, Natron etc. verbunden. Auch in Pflanzen- und Thierstoffen findet man Kieselerde, besonders in den harten Gräsern, im Schachtelhalm, in dem Schmelz der Zähne, in den Knochen etc.

Um reine Kieselerde darzustellen, mengt man Quarzpulver mit 3 bis 4 Theilen reinem kohlens. Kali, schmelzt das Gemeng in einem Tiegel (Porzellan- oder Platintiegel), und löst dann die Masse nach dem Erkalten in Salzsäure auf. Durchs Schmelzen hat sich die Kieselerde des Quarzes mit dem gröſsten Theil des Kalis in dem kohlens. Kali verbunden und die Kohlensäure ausgetrieben, wodurch basisch kiesels. Kali entstanden ist, obschon immer auch noch etwas kohlens. Kali unverändert dabei geblieben. Durch Salzsäure wird nun aus dem kiesels. und kohlens. Kali Chlorkalium und Wasser gebildet, die Kieselsäure als Hydrat in weiſsen gallertartigen Flocken abgeschieden. Darauf wird die Flüssigkeit sammt dem Präcipitat zur staubartigen Trockne abgedunstet, der Rückstand mit etwas verdünnter Salzsäure digerirt, worauf die Kieselerde völlig rein von anhängender Thonerde und Eisenoxyd übrig bleibt. Sie wird abgewaschen, getrocknet und geglüht.

Die Kieselsäure ist ein weiſses, körniges Pulver, ohne Geruch und Geschmack, fühlt sich rauh an, specifisches Gewicht 2,66, schmilzt nur in den höchsten Hitzegraden einer *Volta*schen Batterie, des Knallgasgebläses, nicht in der Ofenhitze, zu einem farblosen, durchsichtigen Glas, besteht aus: 48,05 Kiesel und 51,95 Sauerst., ist in Wasser völlig unlöslich, desgleichen in Säuren mit Ausnahme der Fluſssäure, bildet mit Wasser 2 Hydrate, das eine, durch Fällung aus einem kiesels. Salz erhalten, erscheint flockig, wird durchs Eintrocknen gelblich-weiſs, endlich weiſs, und enthält gegen 11 % Wasser; das zweite Hydrat kommt in der Natur als **Opal** vor. Das gallertartige Kieselerdehydrat ist in Wasser, namentlich in kohlensaurem Wasser, (so besonders in dem heiſsen Wasser der vulkanischen Quellen Islands, aus welchem es sich als Kieselsinter beim Erkalten abscheidet), in allen Säuren auflöslich, neutralisirt aber dieselben nicht, und kann durch vieles Wasser

zum gröſsten Theil abgeschieden werden. Durch Fluſssäure wird die Kieselsäure sehr leicht aufgelöst, es bildet sich Fluorkieselgas, durch Kalium reducirt, desgleichen durch die vereinte Wirkung von Kohle und Eisen oder Platin, wobei sich Kieseleisen, Kieselplatin erzeugen. Frisch gefällte Kieselsäure löst sich in Aetzlaugen von Kali und Natron auf, verbindet sich auch auf nassem Weg mit Kalk und andern alkalischen Erden, durchs Schmelzen mit diesen und andern Basen, und bildet kieselsaure Salze, *Silicates,* von denen der kleinste Theil in Wasser löslich ist. Im Mineralreich finden sich die mannigfaltigsten Verbindungen der Art.

Die Anwendung der Kieselerde in der Technik ist höchst ausgedehnt, und kaum findet man ein Naturprodukt von gleich groſser Nützlichkeit, als diese. — Es sollen im Folgenden die wichtigsten Fossilien, in denen Kieselerde mehr oder minder rein der Hauptbestandtheil ist, und welche technische Anwendung finden, namhaft gemacht werden.

Quarz, a) Bergkrystall, Krystall, *Crystal de Roche, Rock or Mountain crystal,* in sechsseitigen Säulen mit sechsflächiger Zuspitzung, farblos, wasserklar, auch gelb (böhmischer Topas, Citrin), braun oder schwarz (Rauchtopas, *Morion*, *quarz enfumé*), enthält Spuren von Thonerde und Eisenoxyd, welches letztere Färbung bedingt. Man benutzt den Bergkrystall zu Luxusgegenständen, Brillengläsern, welche ihre Politur stets behalten, zur Verfertigung von Glasflüssen (Straſs).

b) Amethyst, Schmuckstein.

c) Gemeiner Quarz, *Quarz opaque, Common quarz,* weiſs, (Milchquarz, *quarz laiteux, Milkquarz*) grau, rosenroth (Rosenquarz, *quarz rose, rose quarz*), kommt sehr häufig vor auf Gängen, Lagern, als Geschiebe in Flüssen, als eigne Felsart, Quarzgestein, *Quarz en roche*, als Gemengtheil von Gebirgsmassen, als im Granit, Syenit, Gneiſs etc. Man wendet den Quarz an zur Fabrikation der bessern und feinern Glassorten, des Porzellans, Steinguts, überhaupt der feinern irdnen Waaren, der Smalte; als Baumaterial, Chaussee-Pflasterstein, als Mühlstein das poröse Quarzgestein, *(Quarz meulière),* welches im Becken von Paris und einigen andern Gegenden Frankreichs vorkommt, besonders zu Tarterai bei La Ferté-sous-Jouarre (Dept. de la Seine et Marne), wo die gröſsten Bänke von 8 bis 12 bis 20 Fuſs Mächtigkeit sich finden, auch zu Houlbec bei Pacy und zu Molières bei Limours (Dept. de l'Eure), zu Domme (Dept. de la Dordogne), zu La Ferté-sur-Loire bei Nevers (Dept. de la Nièvre). Es ist ein höchst feinkörniger, mit zahllosen kleinen, unregelmäſsigen Höhlungen durchzogner Quarz, von bläulich- und gelblichweiſser Farbe, enthält Versteinerungen von Muscheln und Pflanzentheilen. —

Man schleift endlich auch Reibschalen, Farben- und Glättsteine aus Quarz.

d) Feuerstein, *Silex pyromaque, Pierre à fusil, flint,* rundliche Massen, knollige Stücke, derb, auch als Versteinerungsmittel; grau-gelb, grau-braun, grau-schwarz, muschlig im Bruch, specif. Gewicht 2,57. Er besteht aus 97 Kieselerde, 1 Thonerde und Eisenoxyd, 2 Wasser, oft enthält er mehrere Prozente kohlens. Kalk, Spuren von zerstörbaren, ein flüchtiges Oel gebenden Substanzen. Er kommt im jüngern Kalk- und Kreidegebirge lagenweis, auch in rundlichen Massen vor, so in der Champagne, wo man in mehrern Gemeinden des Dept. de Loir et Cher, zu St. Aignan, Meunes, Noyers, Couffi, im Dept. de l'Indre, Ardèche, Yonne, Seine et Oise, zu Roche-Guyon und Bougival bei Marly Flintensteine verfertigt; in Dänemark, auf der Insel Möen, in Jütland, auf Rügen; in Schottland, Tyrol, Galicien (Podgorze), Polen, Ruſsland. Zur Fertigung der Flintensteine bedient man sich verschiedner Hämmer, mit welchen man mit groſser Fertigkeit die gebrochnen Platten spaltet, und die einzelnen Steine schlägt.

Beschreibung des Technischen in *Brard*'s Minéralogie Tom. III. p. 135. D. t. T. XVI. p. 154.

Man bedient sich des gebrannten Feuersteins zur Verfertigung des englischen Steinguts *(Flintware)*, des Glases *(Flintglaſs)*, man schleift Reibschalen aus Feuerstein, Glättsteine; Feuersteinpulver zum Schleifen von Glas, Metall, (Feuersteinpapier).

e) Bimmsstein, *Pierre à ponce, pumice,* ein schwammiges, glasartiges Gestein, aus in einander geschlungenen, verworrenen Fasern gebildet, perlmutterglänzend, gelblichgrau ins Bräunliche, Grünliche, an den Kanten durchscheinend, specif. Gewicht 0,37 bis 0,9; enthält an 18% Thonerde, etwas Kali und Natron, Eisenoxyd, auch mitunter etwas Magnesia. Es ist ein vulkanisches Produkt, bildet groſse Massen in den Umgebungen vieler Vulkane, auch in einzelnen Stücken, die oft unter einander verbunden sind, Bimmssteinbreccie; er findet sich namentlich auf den Inseln Lipari, Ponza, Ischia, Volcano etc., auch am Laacher See bei Andernach, Neuwied, in Ungarn, der Auverge, Island, Quito, Mexiko. Man bedient sich desselben zum Abreiben, Schleifen des Holzes, Elfenbeins, Filzes, Pergaments, Leders, der Metallflächen, zum Abreiben und Poliren von Steinen, von Marmor, Alabaster; auch als Zusatz zu Kalkmörtel, Steinpappe (zum Glasuren von Töpferzeug).

f) Sand, ein Produkt der Zersetzung vielfältiger Felsarten, namentlich der quarzreichen, des Granits, Glimmerschiefers etc., ist in Farbe, Korn, Bestandtheilen nach Maſsgabe seiner Abstammung sehr verschieden. Er ist ein Hauptglied des aufgeschwemmten Lands, wechselt mit Lehm- und Thonschichten, mit Gerölle-

ablagerungen; er bildet in vielen Gegenden die Hauptmasse des Bodens. Auch in Fluſsbetten und am Meeresufer kommt Sand vor. Deshalb unterscheidet man auch Fluſssand, der reinste, (Meersand enthält salzige Theile beigemengt), und Grubensand, welcher mit Thon, vegetabilischen Ueberbleibseln mit Geschieben vermengt ist. Aus diesem Grund muſs der letztere gesiebt, der Meersand aber ausgewaschen werden, wenn man sie zur Mörtelbereitung anwenden will. (Siehe unter Kalkmörtel). Er ist für viele Gewerbe ein unentbehrliches Material; der reine quarzige Sand dient zur Glas- und Smaltefabrikation, Mörtelbereitung, zum Schleifen, Scheuern, Putzen; der feine scharfkantige Sand zur Formerei behufs des feinen Metallgusses, (Formsand von Freienwalde, Petersdorf bei Fürstenwalde, Paris), gröberer zum sogenannten Sandguſs; der eisenschüssige thonige als Versatz zur Ziegelbrennerei. Durch Sand läſst man Wasser sickern, um es zu reinigen (siehe beim Wasser Seite 106).

g) Sandstein, *Grès, Sandstone,* eine Verbindung von gröſsern oder kleinern Quarzkörnern durch thoniges, kalkiges, auch quarziges, eisenschüssiges Cement verkittet, zu verschiednen baulichen Zwecken anwendbar, als Baustein, zu architektonischen Verzierungen, als Mühlstein, hiezu taugen nur grobkörnige Steine von möglichst gleichförmigem Korn und Festigkeit; zu Wassertrögen, Hütten-, Glasöfen; als Schleifstein für eiserne, stählerne Instrumente, hieher gehören auch die Wetzsteine für Sensen und Sicheln, Wassersteine, *pierre à faux, pierre à l'eau,* für Glas, Gesteine mancherlei Art, auch als Filtrirstein, besonders der Sandstein von Fontaineblau (vergl. oben Seite 105).

Anhang. Tripel, *Tripoli, rottenstone, terre pourrie,* gelblichgrau, gelblichweiſs, erdig im Bruch, mager anzufühlen, hängt an der feuchten Zunge, brennt sich in der Hitze weiſs. Man gebraucht den Tripel zum Putzen von Metall, besonders Messing, Steinen, Glas, zur Darstellung der Form für Glaspasten. Polirschiefer, Tripelschiefer, Silbertripel, *Schiste tripoléen,* von dünnem geradschiefrigen Gefüge, im Bruch erdig, gelblich-röthlichweiſs, mitunter gestreift, ist weich, saugt begierig Wasser ein, unter Ausstoſsen von Luft, schmilzt kaum, specif. Gewicht 1,9. Er findet sich in der Nähe von Steinkohlengebirgen, bildet Lager, so zu Planiz bei Zwickau, in Böhmen, Hessen etc.

Kiesel verbindet sich mit Schwefel, Chlor, letztere Verbindung ist eine tropfbare sehr flüchtige Flüssigkeit, welche in Berührung mit Wasser in Kieselsäure und Salzs. sich entmischt. Kiesel vereint sich mit Metallen; man erhält solche Verbindungen, wenn man Kieselerde, Kohle und Metalle mit einander stark glüht. So bildet sich z. B. Kieselcisen, welches im Roheisen, im Stahl enthalten ist, Kieselplatin etc.

Dreizehntes Kapitel.

Vom Fluor.

Fluor, *Fluorine* (F), der hypothetische, noch nicht dargestellte Grundstoff der Fluſssäure, kommt mit verschiednen Metallen verbunden im Mineral-, Pflanzen- und Thierreich vor, namentlich mit Calcium, Alumium, Natrium, Yttrium, Cererium. Nach Analogie mit Chlor, Jod, Brom etc. hält man das präsumtive Radikal der Fluſssäure für einen einfachen Körper, wofür auch das Verhalten der Verbindungen, die es eingeht, spricht und hat es Fluor genannt.

Fluſssäure, Fluſsspathsäure, *Acide fluorique, Fluoric acid*, Hydrofluorsäure, *Acide hydrofluorique, Hydrofluoric acid,* (H̶F), kommt in der Natur nicht gebildet vor, wird aus Fluorcalcium (Fluſsspath, *Spath fluor*, *Fluor)* mittelst concentr. Schwefelsäure dargestellt; *Scheele* beschrieb sie 1771.

Man muſs zur Darstellung dieser Säure Platin- oder Bleigeräthe anwenden, indem Glas sogleich zerstört wird, und sich das Fluor mit dem Kiesel und Kalium verbindet, welche im Glas vorhanden sind. Man nimmt ein bleiernes birnförmig gestaltetes Gefäſs, auf welches ein Deckel von Blei, nebst einem durch die Mitte desselben hindurch gehenden und verlötheten Bleirohr, mittelst Aufreiben fest aufschlieſst; als Vorlage dient ein Bleigefäſs, in welches die Röhre des Kolbens luftdicht eingerieben ist; es wird mit Eis umgeben, und muſs eine kleine Oeffnung haben, um die Luft entweichen zu lassen. Auf 1 Theil gepulverten Fluſsspath wendet man zur vollständigen Zersetzung 3 bis 3,5 Theile conc. Schwefelsäure an; alle Fugen werden mit fettem Kitt bestrichen, mit Blase überbunden. Die Destillation muſs bei gelinder Wärme langsam erfolgen; groſse Vorsicht ist wegen der höchst gefährlichen Wirkung der fluſssauren Dämpfe und der tropfbaren Fluſssäure nöthig. Erklärung. Fluorcalcium zersetzt unter Vermittelung der Schwefelsäure das Wasser der letztern, es bildet sich Calciumoxyd, d. i. Kalk, welcher sich mit der Schwefelsäure zu Gyps verbindet, und Hydrofluorsäure, welche überdestillirt.

Fluorcalcium (CaF̶)

Kalk ($\dot{Ca}$) { Calcium + Fluor / Sauerstoff + Wasserstoff } Hydrofluorsäure (H̶F)

Wasser ($\dot{H̶}$)

Der Fluſsspath darf kein Schwefeleisen, wie so häufig der Fall ist, enthalten, sonst entbindet sich auch Schwefelwasserstoffgas, keinen Quarz (Kieselerde), sonst entsteht auch Fluorkiesel, welches sich mit der Säure

verbindet. Dann muſs man das Kiesel mittelst Fluorkalium niederschlagen, wodurch Fluorkiesel-Kalium sich bildet, welches in Fluſssäure unlöslich ist.

Die Fluſssäure ist eine farblose Flüssigkeit, von einem stechenden, durchdringenden Geruch, specif. Gewicht 1,0609; sie raucht an der Luft stark, zieht Wasser an, ist so flüchtig, daſs sie bei einer Temperatur wenig über 15° schon kocht. Ihre Dämpfe sind für den thierischen Organismus höchst gefährlich, bedingen die schleunigste Zerstörung, so wie überhaupt die Fluſssäure unter allen ätzenden Substanzen in Heftigkeit und Schnelligkeit der Wirkung oben an steht. Sie gefriert nicht bei —40°, röthet Lackmuspapier, färbt Fernambukpapier gelb, läſst sich mit Wasser in jedem Verhältniſs unter sehr starker Erwärmung und Zischen mischen. Sie besteht aus: 94,93 Fluor und 5,07 Wasserst., oder aus gleichen Volum Fluordampf und Wstgas, wird durch die Metalle der Alkalien und Erden, durch Eisen, Mangan, Zink zersetzt, Wasserstoffgas entbindet sich und Fluormetalle sind die Produkte; sie zerfriſst Glas, indem sich das Fluor mit Kiesel zu einer Gasart verbindet, und Fluorkiesel-Kalium als eine weiſse Salzmasse zurückbleibt; dabei wird auch Wasser erzeugt. Die Fluſssäure giebt mit Basen nicht eigentlich fluſssaure Salze, *Fluates* oder *Hydrofluates,* sondern Fluormetalle, *Fluorures.*

Die Eigenschaft der Fluſssäure in Glas zu ätzen war schon 100 Jahre früher bekannt, ehe *Scheele* die Fluſssäure darstellte und beschrieb; ein Nürnberger Künstler *Schwanhard* hat 1670 Aetzungen mittelst Fluſsspath gemacht. Zu dem Ende wird eine Glasplatte mit dem gewöhnlichen Aetzgrund der Kupferstecher überzogen (Wachs, Harz, Asphalt und Terpenthin), darauf mit einer Radirnadel die Zeichnung in den Aetzgrund radirt. Das Aetzen geschieht entweder mittelst fluſssaurer Dämpfe, oder mit verdünnter tropfbarer Säure. Im ersten Fall entwickelt man in einem bleiernen Schälchen über einer Lampe aus Fluſsspathpulver und conc. Schwefelsäure Dämpfe von Fluſssäure, und hält die Glastafel so darüber, daſs sie nicht warm wird, und zieht sie in verschiednen Richtungen über dem Schälchen hin und her; 3 bis 5 Minuten reichen aus zur Aetzung. Darauf nimmt man mittelst Terpenthinöl den Aetzgrund ab, wäscht die Tafel rein. Die Zeichnung wird matt aber sehr sauber auf dem Glas sichtbar sein. Will man hingegen mittelst flüssiger Säure ätzen, so muſs man verdünnte Fluſssäure bereiten, indem man bei der Darstellung derselben destillirtes Wasser vorschlägt. Diese wird dann noch mit Wasser zur beliebigen Verdünnung gebracht, wie die Probe es als die beste ergiebt. Die Platte, wie vorhin angegeben, radirt, wird mit einem Rand von Klebwachs versehen, und nun die verdünnte Säure dar-

Digitized by Google

über gegossen, welche man, nach Maſsgabe ihrer Concentration, und ob man eine flache oder tiefe Aetzung beabsichtigt, längere oder kürzere Zeit darüber stehen läſst. Die Aetzung ist, war die Säure concentrirt, matt, war sie verdünnt, polirt, welches davon herrührt, daſs das erzeugte Fluorkiesel-Kalium von der concentrirten Säure nicht, aber wohl von der verdünnten aufgelöst und aus dem Grund der entstandnen vertieften Linien weggebracht wird, wodurch ein polirtes Ansehn entsteht, doch sieht man die matte Aetzung besser als die polirte. Auf alten geätzten Scheiben ist die Schrift erhaben, der Grund geätzt, so an denen der Nürnberger Künstler *Schwanhard*, *Helmhackh*; (von letzterm besitzt das Königl. Gewerbinstitut einige Scheiben.)

Man bedient sich der Fluſssäure um Graduirungen auf Glas zu ätzen, um bei Ueberfangglas die gefärbte Glasfläche, statt des Ausschleifens, zu entfernen, und so eine eigne Art Glasmalerei hervorzubringen, (siehe den Artikel „Glas.") ; endlich zu chemisch-analytischen Arbeiten, um Fossilien, welche Kali enthalten, aufzuschlieſsen.

Ueber Aetzen in Glas: *Hann* in den A. d. l'i. fr. Tom. 3. pag. 518., derselbe rathet als Aetzgrund fetten Kopalfirniſs an, und streicht die verd. Fluſssäure mit einem Pinsel auf. *Schmid*, prakt. Anleit. auf Glas zu ätzen, Wien 1832. Der von demselben angewendete Aetzgrund besteht aus 1 Theil Wachs, 1 Th. Mastix, $\frac{1}{2}$ Th. Asphalt; er beschreibt, um mit den Dämpfen der Fluſs. zu ätzen, einen einfachen Aetzkasten.

Fluorbor *Fluorure de Bore*, *Fluoride of Boron* (BF_3), von *Gay-Lussac* und *Thénard* 1809 entdeckt. Man vermengt 1 Theil geschmolzne Boraxsäure, 2 Theile Fluſsspath im gepulverten Zustand mit 8 bis 12 Theilen conc. Schwefelsäure in einem bleiernen, oder auch wohl gläsernen Apparat und giebt mäſsige Wärme. Es entsteht aus dem Sauerstoff der Borsäure und dem Calcium des Fluſsspaths Kalkerde, welche mit der Schwefelsäure schwefels. Kalk giebt, Fluorbor wird gasförmig entwickelt, über trocknem Quecksilber aufgefangen.

Ein farbloses Gas, von sehr stechendem, ja erstickendem Geruch, sehr sauer, Lackmuspapier stark röthend, raucht an der Luft sehr stark, unter allen Gasen am stärksten, zieht Wasser sehr energisch an; specif. Gewicht 2,371 *Thénard*, 100 Kubikzoll wiegen 0,3759 preuſs. Loth und 1 Kubikfuſs 6,4964 pr. Loth. Zum Unterhalten des Verbrennens ist es untauglich, und weder durch Wärme, noch durch Elektricität veränderbar; es besteht aus: 27,94 Bor und 72,06 Fluor, oder aus: 1 Vol. Bdampf und 3 Vol. Fldampf. Das Wasser verschluckt 700 Volume dieser Gasart unter bedeutender Wärmeentwickelung, wobei aber eine theilweise Zersetzung stattfindet, es wird Wasser zerlegt, es bildet sich aus $\frac{1}{4}$ des Bors Borsäure, welche sich ausscheidet, und eine proportionale Menge Fluſssäure, es entsteht dadurch die sogenannte Hydrofluorborsäure, *Hydrofluate de Fluorure de Bore*, Fluſsboraxsäure, specif. Gewicht 1,77, eine wasserhelle, sehr ätzende, scharfe, an der Luft rauchende Flüssigkeit, welche erst bei bedeutender Erhitzung kocht, auf Glas nicht einwirkt.

Fluorkiesel, *Fluorure de Silicium, Fluoride of Silicium,* (SiF_3), von *Scheele* bereits im vorigen Jahrhundert bemerkt. Man mengt Fluſsspath- und Quarz- (oder Glas-)Pulver mit einander, übergieſst das Gemeng mit conc. Schwefelsäure, und erwärmt es in einem Glaskolben, fängt das Gas über Quecksilber auf.

Ein farbloses Gas, von einem stechenden, erstickenden Geruch, sehr saurem Geschmack, specif. Gewicht 3,5735, 100 Kubikzoll wiegen 0,5666 pr. Loth, 1 Kubikfuſs 9,791 pr. Loth, raucht stark an der Luft, reagirt sauer, löscht brennende Körper aus, ist selbst nicht brennbar, besteht aus: 27,75 Kiesel und 72,25 Fluor, oder aus 1 Vol. Kieseldampf und 3 Vol. Fldampf; wird durch Erhitzen nicht zersetzt, aber durch glühendes Eisen, wird von Wasser, Alkohol, Steinöl verschluckt. Wasser nimmt an 265 Volum auf, wird zum Theil dabei zersetzt, indem sich ein Antheil Kieselerde als Hydrat absetzt, und eine proportionale Menge Fluſssäure bildet, welche die übrige Menge Fluorkiesel aufgelöst erhält. Diese Flüssigkeit, Hydrofluorkieselsäure, *Hydrofluate de Fluorure de Silicium,* Kieselfluſssäure, ($3\,HF + 2\,SiF_3$), ist sehr sauer, läſst sich bis zu einem gewissen Grad concentriren, und giebt mit den neutralen Salzen von Kali, Natron, Lithion gallertartige Niederschläge, mit Barytsalzen ein weiſses, krystallinisches Präcipitat.

Zweiter Theil.

Von den Metallen.

Einleitung.

Man hat sich vielfältig bemüht, genaue unterscheidende Merkmale zwischen Metallen und nichtmetallischen einfachen Substanzen aufzustellen, allein viele von ihnen sind ziemlich relativ. So giebt man an, die Metalle zeichnen sich aus:

1) Durch einen eignen Glanz, Metallglanz. Diese Eigenschaft, das Licht stark zurückzuwerfen, bedingt durch einen besondern Aggregatzustand der Massentheile, ist aber den Metallen bei weitem nicht allein eigen; so besitzen z. B. Glimmer, manche Thierkohle, Selen, Indigo Metallglanz, ohne deshalb Metalle zu sein.

2) Sind die Metalle, so weit die Untersuchungen reichen, gute Leiter für Wärme und die mehresten auch für Elektricität, jedoch nicht alle (?). Was das Wärmeleitungsvermögen anlangt, so stehen dieselben allen andern Naturkörpern voran, sie selbst aber besitzen nicht gleiche Leitungsfähigkeit.

Tabelle über das Wärmeleitungsvermögen der Metalle, nach *Despretz.*

Gold	1000	Kupfer	898,2	Zinn	303,9
Platin	981	Eisen	374,3	Blei	179,6
Silber	973	Zink	363		

Tabelle über das Leitungsvermögen der Metalle für Elektricität.

1) Nach *Becquerel.*		2) Nach *Ohm.*		3) Nach *Harris.*		4) Nach *Davy.*	
Kupfer	100	Kupfer	1000	Kupfer	100	Silber	60
Gold	93,6	Gold	514	Silber	100	Kupfer	55
Silber	73,6	Silber	336	Gold	66,6	Gold	40
Zink	28,5	Zink	333	Zink	33,3	Blei	38
Platin	16,4	Messing	280	Platin	20	Platin	10
Eisen	15,8	Eisen	174	Eisen	20	Palladium	9
Zinn	15,5	Platin	171	Zinn	16,6	Eisen	8
Blei	8,3	Zinn	168	Blei	8,3		
Quecksilber	3,5	Blei	97				
Kalium	1,33						

Becquerel im Bullet. d. sciences 1824 p. 180. — *Ohm* in S. n. J. Bd. 14. S. 245. — *Harris* in P. A. Bd. 12. S. 279. — *Davy* in G. A. Bd. 71. S. 251.

Diejenigen Metalle, welche die Elektricität am wenigsten, fast gar nicht leiten, sind: Zirkonium, Alumium, Tantalum im pulvrigen Zustand, und Tellurium.

3) Die Metalle sind undurchsichtig. Wie viele andere Körper sind es nicht auch? Schon *Newton* hat bemerkt, daſs Goldblättchen Lichtstrahlen durchlassen, so daſs man alle Gegenstände in einem grünen Licht erblickt. Dies beweist jedoch nicht, daſs die Metalle, oder in Specie das Gold durchsichtig sei, sondern daſs im Blattgold eine groſse Zahl feinster Spalten und Poren sich befinden, durch welche die Lichtstrahlen hindurchgehen.

Die Metalle sind übrigens einfache, zur Zeit noch unzerlegbare Körper; ihre Zahl beträgt 41, einige sind erst in der neuesten Zeit isolirt dargestellt worden. Sie sind in Farbe, Härte, Streckbarkeit, Schmelzbarkeit, Flüchtigkeit, Ausdehnsamkeit durchs Erwärmen, specifischem Gewicht sehr verschieden, wie beigefügte Tabelle zeigt. Einige werden durchs Erwärmen weich, wie Eisen, Platin, Silber; spröde, wie Zink, Antimon, (Messing); sie nehmen nach dem Schmelzen beim Erkalten ein krystallinisches Gefüge an, weshalb sie durchs Hämmern, Walzen, Drahtziehen dichter werden, indem die Theilchen näher in einander gehen. Beim Erstarren dehnen sich einige aus, wie z. B. Wismuth und einige Legirungen desselben, andere, und zwar die mehresten, ziehen sich zusammen, wie Eisen, Zink, Schwefelspieſsglanz.

Digitized by Google

Man theilte in frühern Zeiten die Metalle ein in edle und unedle; erstere oxydiren sich durch den Sauerstoff der Luft weder bei der gewöhnlichen, noch erhöhten Temperatur, ihre Oxyde werden sehr leicht durchs Erwärmen desoxydirt, letztere verhalten sich entgegengesetzt.

Alle Metalle können sich mit Sauerstoff verbinden, jedoch ist die Verwandtschaft derselben zu letzterm verschieden; die gröſste Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzen Kalium und Natrium, die geringste (Arsenik und Chrom); diejenigen Metalle, welche in der chemisch-elektrischen Reihenfolge als — Metalle dem Sauerstoff am nächsten stehen, geben, wenn sie sich mit letzterm verbinden, Säuren, wogegen die + el. Metalle, die dem Sauerstoff am fernsten stehen, Basen bilden; (vergl. Seite 12.).

Die ältern Chemiker nannten die Metalloxyde Kalke, *Chaux (metalliques)*, und den Prozeſs ihrer Erzeugung, in so fern durchs Glühen oder durchs Behandeln mit Sauerstoff entbindenden Körpern in der Hitze eine Oxydation bedingt wurde, Kalcination. Der Name Kalk bezieht sich auf den erdigen Zustand der Oxyde im Gegensatz der eigentlichen Metalle, die man Könige, *Reguli* nannte, woher z. B. der Ausdruck: Spieſsglanzkönig, *Regulus Antimonii*, ferner regulinisch d. h. metallisch, im Gegensatz von oxydirt. — Die vorstehende Tabelle giebt eine Uebersicht der Metalle, der Oxyde, Säuren, welche sie bilden, der Farbe derselben, der Hydrate, der Niederschläge durch Schwefelwasserstoffgas.

Metalloxyde werden entweder auf trocknem oder auf nassem Weg dargestellt.

1) Auf trocknem Weg, wenn man a) Metalle der Luft aussetzt, wobei sie unter Mitwirkung der Kohlensäure und des Wasserdampfs anlaufen, rosten; so z. B. Eisen, Kupfer (Messing, Bronze), Blei, Zink, Mangan, Arsenik. Um daher das Rosten der Metalle zu verhindern, ist es nöthig, daſs die Luft trocken sei, denn nur in feuchter Luft rosten jene Metalle, (vergleiche das zu 2 a) Gesagte.) Man erreicht dies z. B. bei feinen Wagen, wenn man in die Glaskästen, in denen sie eingeschlossen sind, kleine Portionen geglühtes Chlorcalcium bringt, und dieses, sobald es zerflossen, durch trocknes ersetzt. Ebenso kann auch gebrannter Kalk angewendet werden. Noch sicherer wirkt ein Ueberzug auf dem Metall, Ueberziehen mit Kopallack, Bernsteinlack, einer Auflösung von elastischem Harz; Eisen wird im glühenden Zustand mit Horn, Harz, oder kalt mit einem Gemisch von Leinölfirniſs mit Rus und Bleiglätte überzogen. Auch schützt eine dünne Decke von Oxydul, daher läſst man Eisen in der Hitze blau anlaufen, brunirt es mit Spieſsglanzbutter, *browned iron*, oder mit folgender Flüssigkeit: salzsaure Eisenoxydauflösung 2 Loth, Kupfervitriol 1 Loth in ¼ Quart destill. Wasser aufgelöst. Diese Flüssigkeit wird aufgepinselt, und die Eisenfläche oft abgerieben. Aus gleichem Grund wird auch Kupfer brunirt, broncirt. Wickelt man feine Stahlwaa-

waaren in leinene oder wollene Lappen ein, welche mit einer Auflösung von schwefels. Natron und gebranntem Kalk getränkt, und dann scharf getrocknet sind, so rosten sie nicht, denn das Salz verwittert und zieht kein Wasser an. Einpacken in frisch ausgeglühtes Kohlenpulver.

Endlich ist auch noch durch die *Volta*sche Elektricität ein Mittel dargeboten, das Rosten, Oxydiren der Metalle zu verhindern. Aus der Elektricitätslehre ist bekannt, dafs gleichnamig elektrische Körper sich abstofsen; sobald also ein Metall in den — elektr. Zustand versetzt wird, mufs es den — elektr. Sauerstoff abstofsen, wird also dann nicht oxydirt werden. Soll Kupfer vor dem Rosten und Zerfressenwerden durch Seewasser geschützt werden, so braucht man, nach *Davy*, nur eine kleine Eisenplatte von $\frac{1}{100}$ der Oberfläche des Kupfers mit diesem auf der innern Fläche in genaue Berührung zu bringen, wodurch Kupfer — elektr., Eisen aber + el. wird. Dies führt aber den Nachtheil mit sich, dafs sich nun am Kupfer die + el. Erden aus den im Seewasser enthaltnen Erdensalzen absetzen, welche den Seepflanzen und Mollusken zum Anhaltpunkt dienen, so dafs dadurch dem Schiff eine grofse Masse fremder Körper anhängt, welche die Beweglichkeit sehr stört. Dieser Uebelstand läfst sich jedoch dadurch sehr vermindern, dafs man den Protektor, die Eisenplatte, noch kleiner macht, wodurch die Elektricität in einem geringern Grad erregt wird. Sollen feine Stahlinstrumente, Rasirmesser etc. nicht rosten, so werden sie theils in Silberpapier (mit Zinn und Zink überzognes Papier) gewickelt, theils wird in der Schale der Klinge ein Stückchen Zinn oder Zink angebracht, durch dessen Berührung der Stahl — el. wird. Auf der See wird der eiserne Dampfkessel der Dampfschiffe leicht durch die Salze des Seewassers angegriffen; auch hier hilft ein Stück Zinn oder Zink, welches man in den Kessel thut, durch welches das Eisen — el. wird. *Payen* hat in der neusten Zeit eine schwache Auflösung von ätzenden Alkalien als ein vorzügliches Mittel bewährt gefunden, feine Stahl- und Eisenwaaren gegen das Rosten aufzubewahren, welche Eigenschaft schon früher von *Wetzlar* entdeckt worden ist. 1 Theil Aetzkali, oder Natron in 500 Th. Wasser gelöst, ist hinreichend, um das Metall dadurch — el. zu machen. (Blank gescheuerte Dünneisen hebt man zum Verzinnen unter Wasser auf.)

Payen in D. p. J. Bd. 46. S. 267. E. J. Bd. 16. S. 21. — *Wetzlar* in S. n. J. Bd. 19. S. 486.

Umgekehrt befördert die Elektricität, welche durch Berührung zweier Körper erregt wird, bedeutend die Oxydation des + elektrischen; nagelt man z. B. Kupferplatten mit eisernen Nägeln auf, so werden letztere sehr schnell durch das Regenwasser zerstört,

denn hier ist Eisen + elektr.; wird Zinkblech mit eisernen Nägeln befestigt, so wird Zink + el., zerlegt das Wasser, oxydirt sich und um den Nagel herum entsteht ein Loch im Zink; dasselbe geschieht noch heftiger, wo Kupfer das Zink berührt, wenn das Regenwasser hinzu kann. Bei Pumpen, wo Eisen und Messing in Berührung mit Wasser stehen, leidet das letztere durchs Rosten nicht, aber ersteres bedeutend. Hierin liegt auch ein Grund, weshalb in Uhren kein Oel unverändert bleiben kann. Die Kattundruckwalzen stehen mit einem stählernen Abstreichmesser, *doctor*, in allen Punkten in Berührung, woher es denn kommt, daſs dieses + el. und von den Säuren in den Beitzen der Farben beträchtlich angegriffen wird, während das Kupfer der Walzen nicht leidet.

b) Erhitzt man Metalle an der Luft bis sie verbrennen, so bildet sich das Oxyd entweder α) in Form eines Staubs, β) einer Kruste, γ) es schmilzt selbst zu einer glasartigen Masse, oder δ) wenn es flüchtig ist, verdampft es, und setzt sich in Krystallen ab. Beispiele zu α) liefern Zink, Kupfer, Zinn, Kadmium; zu β) Eisen, Kupfer; zu γ) Blei, Wismuth; zu δ) Spieſsglanz, Osmium. Die Oxydation erfolgt schneller, wenn man beim Kalciniren Salpeter hinzusetzt, indem der Sauerstoff der Salpetersäure die Oxydation befördert. Dies geschieht z. B. beim Kalciniren des Chromeisensteins, um chroms. Kali zu bereiten, bei der Darstellung der antimonigen Säure und Antimonsäure. Kohlens. Kali, kohlens. Natron, obschon beide keinen Sauerstoff abtreten, bedingen durch prädisponirende Wahlverwandtschaft die Oxydation derjenigen Metalle in der Hitze, welche Metallsäuren bilden, durch welche die vorhandnen Basen neutralisirt werden. So wendet man bei der Darstellung des chroms. Kalis kohlens. Kali neben dem Salpeter an, so bei der Darstellung des Rhodium-, Iridiumoxyds der Titansäure etc. (Statt des Salpeters kann man auch chlors. Kali im Kleinen anwenden.)

2) Auf nassem Weg werden Metalloxyde erzeugt entweder a) mittelst der Wasserzersetzung, b) durch Zersetzung einer Sauerstoffsäure, c) durch Zersetzung beider, oder d) durch Zersetzung einer Base.

a) Nur wenige Metalle zersetzen unmittelbar das Wasser, und zwar α) ohne Mithülfe von Wärme: Kalium, Natrium, Lithium, (Ammonium), Calcium, Barytium, Strontium; β) kochendes Wasser zersetzen: Magnesium, Alumium, Yttrium, Beryllium, Zirkonium, Cererium. γ) In der Glühhitze zerlegen den Wasserdampf: Mangan, Eisen, Zink, Kadmium, Zinn, Kobalt, Nickel. In allen Fällen wird Wasserstoffgas entbunden. δ) Folgende Metalle zerlegen Wasser ohne Erwärmung unter Mithülfe einer Sauerstoff-

säure: Magnesium, Alumium, Yttrium, Beryllium, Zirkonium, Mangan, Zink, Kadmium, Eisen, Nickel, Cererium; es erzeugen sich aus den Metalloxyden und der zur Darstellung angewendeten Säure Salze. Die Metalle, welche das Wasser sowohl unmittelbar als mittelbar zerlegen, lösen sich auch in Wasserstoffsäuren unter Entbindung von Wasserstoffgas auf, als z. B. in Hydrochlor-, Hydrofluorsäure, indem sich das — el. Element derselben mit den Metallen verbindet; so entstehen Chlor-, Fluormetalle etc. Manches Metall, welches an und für sich weder direkt Wasser zersetzt, noch indirekt unter Mitwirkung irgend einer Säure, wird durch den Sauerstoff der Luft unter Mitwirken des Wasserdampfs leicht oxydirt, z. B. Kupfer (Messing, Bronze); hier scheint der Wasserdampf als Vermittler zu wirken, gleich wie trocknes Lackmuspapier von trocknem kohlensauren Gas nicht geröthet wird, wohl aber feuchtes.

b) Durch Zersetzung von Sauerstoffsäuren, als vorzüglich Salpeter-, Schwefelsäure, welche man allein zu diesem Zweck anwendet, wobei im ersten Fall Stickstoffoxyd-, Stickst.oxydulgas, Stickstoffgas (salpetrigsaurer Dampf) sich entbinden, im letztern schwefligsaures Gas, die Metalle sich oxydiren, und die Oxyde mit einem unzersetzt gebliebnen Antheil Säure sich vereinigen. Manchmal findet gleichzeitig auch eine Wasserzersetzung statt, wie bei der Oxydation des Zinns mittelst Salpetersäure, wobei sich salpeters. Ammoniak bildet.

Salpetersäure, namentlich concentrirte, rauchende, löst die meisten Metalle leicht auf, selbst ohne Wärme, folgende werden aber dadurch nicht bedeutend aufgelöst, obschon sie oxydirt werden: Zinn, Spieſsglanz; gar nicht angegriffen werden: Gold, Platin, Rhodium, Iridium, Titan, Cerer, Tantal, Wolfram, Chrom. Rauchende Salpetersäure löst ein wenig Gold auf; Palladium entbindet beim Auflösen unter allen Metallen allein salpetrigsaures Gas; sehr verdünnte Salpetersäure bedingt die Bildung von Stickstoffoxydulgas, selbst Stickstoffgas. Bei dem Oxydationsprozeſs findet zum Theil bedeutende Erhitzung statt, bei Eisen, Zink, Kupfer, weshalb die Säure nicht concentrirt sein darf, weil sonst ein Theil ungenutzt verdampft, und selbst Explosionen stattfinden. Das Produkt solcher Auflösungen ist ein salpetersaures Salz. — Folgende Metalle werden häufig in Salpetersäure aufgelöst, als: Silber, Eisen, Wismuth, Blei, Quecksilber.

Concentrirte Schwefelsäure löst fast eben so viele Metalle auf, als die Salpetersäure, auſserdem noch ein wenig Tantal, hierbei ist aber gleichzeitige Anwendung von Wärme erforderlich; Palladium, Blei, Nickel werden nicht, (letzteres aber in mäſsig verdünnter Säure), Spieſsglanz nur wenig aufgelöst. Das Produkt ist ein

schwefelsaures Salz. — Folgende Metalle werden häufig in Schwefelsäure aufgelöst: Eisen, Zink, Kupfer, Silber, Quecksilber.

Will man aus diesen Metallauflösungen das an die Säuren gebundne Oxyd abscheiden, so muſs man eine Base hinzubringen, welche zu der Säure eine gröſsere Verwandtschaft besitzt, als das aufgelöste Metalloxyd, z. B. ein Alkali, oder eine alkalische Erde. Hierdurch wird meistens das Metalloxyd präcipitirt, wenn es nicht etwa in einem Ueberschuſs an Alkali löslich ist, wie z. B. Blei-, Zinnoxyd und Oxydul, Zinkoxyd in Kali, Natron, Kupfer-, Nickeloxyd in Ammoniak. Auch verbinden sich manchmal die Fällungsmittel mit den Metalloxyden, wenn letztere mehr säureähnlich sich verhalten, wodurch Verbindungen beider gefällt werden, z. B. Silberoxyd mit Ammoniak, Uranoxyd, Goldoxyd mit Kali.

Die präcipitirten Metalloxyde sind gewöhnlich mit Wasser chemisch verbunden, Hydrate; dann sind sie meist heller gefärbt, als die Oxyde. So sieht z. B. Eisenoxydul schwarz aus, das Hydrat weiſs; Kupferoxyd schwarz, das H. blau; Eisenoxyd roth, das H. braun; Bleioxyd gelb, das H. weiſs; Nickeloxyd grau, das H. grün. Wenn man die Hydrate mehr oder minder erhitzt, so wird das Wasser entfernt und die Oxyde nehmen ihre eigentlichen Farben an. — Schlägt man statt mit ätzenden Alkalien mit kohlensauren nieder, so erhält man meist kohlens. Metalloxyde, welche durchs Glühen in reine Oxyde übergehen; eben so kann man auch durchs Glühen salpeters. Metallsalze Oxyde erhalten, wie bei der Darstellung des Quecksilber-, Wismuth- und Kupferoxyds geschieht.

c) Man kann endlich auch Metalle oxydiren durch Desoxydation eines Alkalis, einer alkalischen Erde. Ein solcher Fall findet statt, wenn man ein Metall in einer Wasserstoffsäure auflöst, oder mit dem — elektr. Radikal einer solchen Säure verbindet, wozu man sich gewöhnlich der Salzsäure (Hydrochlorsäure), des Königswassers, seltner einer andern Wasserstoffsäure bedient, und dann die Auflösung mit einem Alkali oder einer alkalischen Erde zerlegt.

Nur wenige Metalle lösen sich in Salzsäure auf; auſser den Metallen der Alkalien und Erden: Mangan, Zink, Kadmium, Eisen, Zinn, Kobalt, Nickel, Metalle, welche das Wasser zersetzen (siehe oben Seite 258); dabei entweicht Wasserstoffgas und niedere Chlormetalle, Chlorüre, bleiben aufgelöst. (Aehnlich verhalten sich die andern Wasserstoffsäuren, namentlich Fluſssäure, ein kräftiges Auflösungsmittel der Metalle.) In Königswasser lösen sich unter Entweichen von salpetrigsauren Dämpfen weit mehr Metalle auf, als in Salzsäure, es werden hierdurch die höhern Chlorverbindungen, Chloride, gebildet. Nachstehende Metalle lösen sich in Königswasser sehr wenig auf, als: Chrom, Tantal, Titan; gar nicht: Rho-

Digitized by Google

dium, Iridium, Osmium; Silber wird in unlösliches Hornsilber (Chlorsilber) verwandelt. — Folgende Metalle löst man gewöhnlich in Salzsäure auf: Eisen, Zinn, (Zink); in Königswasser Gold, Platin, Eisen, Zinn.

Setzt man nun zu einer Auflösung eines Chlormetalls ein ätzendes Alkali, so erfolgt durch doppelte Wahlverwandtschaft eine Zersetzung, das Chlor tritt an das Metall des Alkalis, der Sauerstoff des letztern dagegen an das aufgelöst gewesene Metall, so dafs sich das letztere als Oxyd präcipitirt, während das erstere als Chlormetall aufgelöst wird. Wenn z. B. zur Auflösung des Eisens in Königswasser, (Eisenchlorid), Kali gesetzt wird, so entsteht Chlorkalium, welches aufgelöst bleibt, und Eisenoxyd fällt als Hydrat nieder.

Man kann ein Metall aus einer Auflösung, in welcher es entweder mit Sauerstoff verbunden als Oxyd, oder mit Chlor verbunden als Chlorür oder Chlorid vorhanden ist, metallisch niederschlagen, wenn man in die etwas angesäuerte Flüssigkeit ein Metall taucht, welches in Berührung mit dieser + elektr. wird, oder, wie man es auch auszudrücken pflegt, ein Metall, welches gröfsere Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzt, als das aufgelöste. (Das einzutauchende Metall mufs eine rein metallische Oberfläche haben.) Taucht man z. B. in eine Bleiauflösung ein Zinkstäbchen, in eine Kupferauflösung ein Eisenstäbchen, bringt man in eine Silberauflösung einen Tropfen Quecksilber, so findet folgender Prozefs statt. Das eingetauchte Metall wird in Berührung mit der Metallauflösung + el., letztere — el.; der kleine Ueberschufs an freier Säure macht die Flüssigkeit theils zu einem bessern Leiter und Schliefser der Kette, theils wirkt auch eine saure Flüssigkeit selbst stark erregend. Alsbald wird das Wasser zerlegt, der Sauerstoff tritt ans + el. Metall, dieses oxydirt sich und löst sich in der Säure auf, der Wasserstoff dagegen geht an das — el. aufgelöste Metalloxyd, und bedingt hier eine Reduktion und Wasserbildung; das reducirte Metall der Auflösung wird von dem + el. Metall, welches eingetaucht worden, angezogen und folgt, weil es in sehr feiner Zertheilung sich abscheidet, jener kräftigen Anziehung, lagert sich an ersterm ab und überzieht es entweder, oder bildet baumähnliche Vegetationen, Metallbäume, (Dianen- oder Silberbaum, Bleibaum etc.), welche so lange vom + el. Metall abwärts sich ausbreiten, als noch Metall reducirt wird, und die Schwere der gesammten Vegetation das Abfallen noch nicht bedingt. Das Vergröfsern, Fortwachsen erklärt man dadurch, dafs jedes Partikelchen des — el. Metalls, so wie es das + el. berührt, selbst + el. wird und nun die andern anzieht, gleich wie ein Magnet unparteiisches Eisen von

fern schon durch Vertheilung magnetisch polarisch macht und anzieht, welches dann selbst attraktorisch andere Eisenspähnchen eben so wie der Magnet anzieht.

Folgende Reihe zeigt, wie ein Metall vom andern gefällt wird:

+ Zink,	Kupfer,	Silber,
Eisen,	Wismuth,	Gold,
Zinn,	Quecksilber,	Platin.

Um einen Bleibaum darzustellen, löst man ein Quentchen Bleizucker (essigs. Bleioxyd) in 24 Loth destillirtem Wasser auf, setzt etwa ½ Quentchen conc. Essig hinzu, und filtrirt durch Flieſspapier. In die Flüssigkeit, die man in ein weiſses, weites Glas schüttet, taucht man etwa zwei Zoll tief ein blankes Zinkstäbchen, oder einen zwei Linien breiten Streifen Zinkblech ein. — Silberbaum aus einer Auflösung von salpeters. Silberoxyd und einigen Tropfen Quecksilber. — Taucht man in eine angesäuerte Auflösung von schwefels. Kupferoxyd Messerklingen ein, so werden sie verkupfert.

Man bedient sich solcher Ausscheidungen zu verschiednen technischen Zwecken, z. B. um aus dem Cämentwasser, einer in Kupfergruben, wo Schwefelkupfer bricht, durch allmälige Oxydation desselben entstandnen Auflösung von Kupfervitriol, oder schwefels. Kupferoxyd, mittelst Eisen das Cämentkupfer zu gewinnen; um Silber aus einer Auflösung in Salpeter- oder Schwefelsäure durch Kupfer zu fällen; um Eisen, behuſs der Versilberung oder Vergoldung, mit einem Kupferhäutchen zu belegen. Um Stahl zu vergolden taucht man denselben in eine Auflösung von Chlorgold in Schwefeläther; um Kupfer, Bronze, Messing durch Gold- oder Silberamalgam vergolden oder versilbern zu können, werden jene vorher angequickt, d. h. mit einem Häutchen Quecksilber überzogen, welches dadurch geschieht, daſs man jene Metalle mit Quickwasser, d. i. einer Auflösung von salpeters. Quecksilberoxyd benetzt, wodurch Quecksilber metallisch auf dem Kupfer niedergeschlagen wird. Man benutzt auch zur Entdeckung einer Spur aufgelösten Kupfers in irgend einer Flüssigkeit blankes Eisen als ein höchst empfindliches Reagens.

Nicht selten ist Pflaumenmus durch Nachlässigkeit und Mangel an Kenntniſs kupferhaltig, d. h. es enthält äpfels., citronens., weinsteins. Kupferoxyd, indem die in dem Pflaumensaft enthaltnen Pflanzensäuren, wenn das heiſse Pflaumenmus in kupfernen Kesseln erkaltet, das Kupfer oxydiren, und mit dem erzeugten Oxyd Salze bilden, welche der Gesundheit nachtheilig sind, Uebelkeit, Erbrechen, Leibschmerzen erregen. Dies kann man sogleich entdecken, wenn man das Mus mit ein wenig destill. Essig anmengt und eine reine Messerklinge eintaucht; wird diese roth, so ist Kupfer vorhanden. Eben so enthalten zuweilen Gurken (sogenannte Pfeffergurken) essigs. Kupferoxyd, indem man den Essig, um erstere schön grün zu färben, in kupfernen Geräthen kochte. Auf eine

gleiche Weise entdeckt man ob im Zinkvitriol Kupfervitriol enthalten ist, man taucht nämlich in eine etwas angesäuerte Auflösung desselben einen Eisendraht.

Nicht allein durch ein Metall kann man aus einer Auflösung ein anderes metallisch fällen, sondern auch indirekt durch ein Metallsalz, welches groſse Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, als z. B. durch Eisenvitriol (schwefels. Eisenoxydul), Zinnchlorür (salzs. Zinnoxydul). Wenn zu einer Auflösung von Chlorgold Eisenvitriol gesetzt wird, so fällt Gold als ein feiner, dunkelbrauner Staub nieder, indem ein Theil des Eisenoxyduls seinen Sauerstoff an einen andern Theil abgiebt, wodurch dieser zu Oxyd wird, das von Sauerstoff abgeschiedne Eisen aber sich mit dem Chlor des Chlorgolds zu Eisenchlorid verbindet, welches sammt dem gebildeten schwefels. Eisenoxyd aufgelöst bleibt. Auf diese Weise wird das Gold für die Vergoldung von Porzellan, Glas, zur kalten Vergoldung auf Metalle dargestellt. Das Zinnchlorür wirkt auf eine Gold- oder Quecksilberauflösung ganz ähnlich, indem sich Zinnchlorid bildet, oft auch Zinnoxyd dabei mit niederfällt.

Die Metalle verbinden sich:

1) Mit Sauerstoff. Die meisten Metalle kommen im oxydirten Zustand in der Natur vor, mit alleiniger Ausnahme der edlen. Ueber die Darstellung der Metalloxyde ist im Vorstehenden das Weitere gelehrt worden. Die Metalloxyde lassen sich theils durch gelindes Erhitzen reduciren, wie die Oxyde der edeln Metalle und des Quecksilbers, selbst das Sonnenlicht ist im Stande dieselben zu reduciren, theils verlangen sie Reduktionsmittel, (siehe oben beim Sauerstoff Seite 92); über den hüttenmännischen Prozeſs der Reduktion wird am Ende der Einleitung eine weitere Mittheilung folgen.

2) Mit Wasserstoff. Wasserstoff giebt nur mit zwei Metallen gasförmige Verbindungen, *Hydrures*, mit Arsenik, Tellur (Kalium). Dieselben kommen nicht in der Natur gebildet vor.

3) Mit Kohlenstoff. Kohlenstoffmetalle, *Carbures*, finden sich nicht in der Natur, werden aber durch Reduktion der Metalloxyde mittelst Kohle erzeugt, (siehe vorn Seite 92). Hierher gehört Roheisen, Stahl, Stabeisen, Mangan, Kupfer u. a. m. Durch Zersetzung der Cyanverbindungen in verschloſsnen Gefäſsen erhält man verschiedne Verbindungen der Metalle mit Kohlenstoff.

4) Mit Schwefel. Schwefelmetalle, *Sulfures*, *Sulphides*, kommen in der Natur sehr häufig vor, sie gehören zu den gewöhnlichsten und wichtigsten Erzen. So kommen Eisen, Kupfer, Blei, Zink, Antimon, Silber, Quecksilber, Arsenik u. a. m. mit Schwefel verbunden vor. Man nennt die geschwefelten Metalle Kiese und Blenden; erstere sind undurchsichtig, und haben Metallglanz, letz-

Digitized by Google

tere sind durchscheinend, ohne Metallglanz; Beispiele: Schwefelkies, Kupferkies, Zinnkies; Zinkblende, Spiefsglanzblende.

Man kann auf verschiedne Weise Schwefelmetalle darstellen:

a) Durch unmittelbare Vereinigung, wobei oft ein lebhaftes Feuer gesehen wird; (siehe vorn Seite 150). Eisen verbrennt im Schwedampf mit blutrothem, Kupfer mit rosenrothem Licht. Man bereitet geschwefeltes Eisen zum chemischen Bedarf, wenn man auf glühendes Eisenblech Schwefel wirft; im Grofsen Schwefelkupfer zur Darstellung des Kupfervitriols, Schwefelquecksilber (Zinnober). Zink und Gold verbinden sich nicht direkt mit Schwefel, auch kann man nicht alle bekannten Verbindungsstufen der Metalle mit Schwefel auf diese Art darstellen.

b) Durchs Erhitzen von Schwefel mit Metalloxyden, indem sich aus dem Sauerstoff der letztern und einem Theil des erstern theils schwefligsaures Gas, theils ein schwefels. Salz bildet. So wird z. B. das gelbe Operment (Schwefelarsenik) auf den Gifthütten aus arseniger Säure und Schwefel dargestellt. Ist das Metalloxyd ein Alkali, oder eine alkalische Erde, so bildet sich neben dem Schwefelmetall ein schwefelsaures Salz, welches Gemisch Schwefelleber genannt wird.

c) Durchs Glühen schwefels. Salze mit Kohle. So stellt man z. B. Schwefelkalium aus schwefels. Kali, Schwefelnatrium aus schwefels. Natron, Schwefelcalcium aus schwefels. Kalk dar.

d) Durch Schwefelkohlenstoff kann ein Metalloxyd in der Glühhitze leicht geschwefelt werden, indem kohlensaures, oder Kohlenoxydgas als Nebenprodukt sich bilden.

e) Mittelst Schwefelwasserstoffgas und hydrothions. Schwefelammonium (siehe vorn Seite 172). Es werden aber einige Metalle dadurch nicht als Schwefelmetalle gefällt, als, aufser den Metallen der Alkalien und Erden, Chrom, Titan, Tantal, Cerer.

Die Schwefelmetalle sind theils krystallisirbar, theils nicht, erstere kommen meist in der Natur vor, nur wenige künstliche Schwefelmetalle kennt man krystallisirt; sie sind theils leichter, theils schwerer schmelzbar, als die Metalle an sich. Gewöhnlich giebt es so viele Schwefelungsstufen eines Metalls, als es Oxyde giebt, jedoch nicht immer; so giebt Eisen und Arsenik 5 Schwefelverbindungen, obschon beide nur 2 Verbindungen mit Sauerstoff eingehen. Die Schwefelmetalle kann man in Sulphuride, Ueber- und Untersulphuride eintheilen; erstere (gewissermafsen die einfachen Schwefelmetalle) sind diejenigen, welche im verschlofsnen Raum beim Erhitzen keinen Schwefel abgeben, und sich mit andern Sulphuriden und Uebersulphuriden verbinden. Die Uebersulphuride geben beim Erhitzen, sowohl im verschlofsnen Raum, als auch im Freien, Schwefel ab, und verwandeln sich in Sulphuride. Hierauf beruht die

Möglichkeit der Schwefelgewinnung aus dem Uebersulphurid des Eisens, dem Schwefelkies (vergleiche vorn Seite 147); es bleibt niederes Schwefeleisen zurück, welches an der Luft zu schwefels. Eisenoxydul sich oxydirt.

Einige Schwefelmetalle oxydiren sich von selbst an der Luft, andere nicht; zu den letztern gehören alle Uebersulphuride und überhaupt die Sulphuride derjenigen Metalle, die geringe Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, wogegen andere sich leicht oxydiren und in schwefelsaure Metallsalze verwandeln, z. B. Schwefelkalium, S.natrium etc., S.eisen, S.zink, S.kupfer. Dagegen werden fast alle Schwefelmetalle mittelst Wärme oxydirt, wobei die Uebersulphuride sowohl Schwefel abgeben, als schweflige Säure entbinden. Dieser Prozeſs wird der Röstprozeſs genannt, und sehr oft auf den Hütten angestellt, vorzüglich bei Kupfer-, Blei-, Silbererzen; Produkte des Röstens sind dann basisch schwefelsaure Metallsalze, gemengt mit den niedern Schwefelungsstufen der Metalle. (Das Nähere hiervon unten.)

Die + el. Schwefelmetalle der Alkalien und zum Theil auch der alkalischen Erden lösen sich in Wasser ohne Zersetzung auf, letztere beginnt erst dann, wenn eine Säure ins Spiel kommt; die Mehrzahl der Schwefelmetalle ist in Wasser unlöslich.

Diejenigen Sulphuride, welche Metalle enthalten, die das Wasser entweder an sich, oder mit Hülfe einer Säure zersetzen, (vergl. vorn Seite 258, 59), entbinden, wenn sie mit einer verdünnten Säure übergossen werden, reichlich Schwefelwasserstoffgas, wie Schwefelkalium, S.natrium, S.barytium etc., Schwefeleisen, eben so die Sulphuride derjenigen Metalle, welche sich in Salzsäure auflösen, wenn man sie mit Salzsäure behandelt. (Erklärung des Prozesses siehe vorn Seite 170).

Die Schwefelmetalle verbinden sich unter einander in bestimmten Verhältnissen, die einen verhalten sich — el., die andern + elektr.; so verbindet sich z. B. Schwefelspieſsglanz mit Schwefelsilber im Rothgültigerz, Sprödglaserz, wobei das erste — el., das letzte + el. sich verhält; so Schwefelarsenik mit Schwefelkalium. Auch mit Oxyden verbinden sie sich, wie z. B. Schwefelspieſsglanz mit Spieſsglanzoxyd in dem Rothspieſsglanzerz (Spieſsglanzblende), Schwefelkobalt mit Kobaltoxyd, Schwefelzink mit Zinkoxyd.

5) Mit Selen. Selenmetalle, *Séléniures*, *Selenides*, kommen nur sparsam in der Natur vor, als Seleneisen, S.kupfer, S.blei, S.silber, S.quecksilber, S.kobalt. Selen verbindet sich mit den Metallen oft auch unter Feuererscheinung, auch können Selenmetalle durch Präcipitation auf nassem Weg erhalten werden. Sie haben meist ein metallisches Ansehn, grauschwarz, schmelzen leichter als die Metalle, geben beim Rösten einen Theil ab, ein anderer Theil verbrennt.

6) Mit Phosphor. Phosphormetalle, *Phosphures*, *Phosphorides*, kommen nicht in der Natur vor, werden theils durch unmittelbare Verbindung der Metalle mit Phosphor erhalten, wobei eine Licht- und Wärmeentwickelung stattfindet, theils durch Reduktion phosphors. Metalloxyde mit Kohle, durch Fällung von Metallauflösungen mit Phosphorwasserstoffgas. Sie sind hart, spröde, glänzend, oxydiren sich leicht an der Luft, einige entbinden, unter Mitwirkung einer Säure, Phosphorwasserstoffgas.

7) Mit Bor. Bormetalle, *Borures*, *Borides*, kommen nicht in der Natur vor, werden sowohl auf direktem Weg erhalten, als auch durchs Glühen von Borsäure und Kalium mit irgend einem Metall.

8) Mit Chlor. Chlormetalle, *Chlorures*, *Chlorides*, kommen in der Natur häufig vor: Chlorkalium, C.natrium, C.ammonium, C.calcium, C.magnesium, C.blei, C.kupfer. Man stellt sie dar auf trocknem und nassem Weg, a) wenn man gepulverte Metalle, als Arsenik, Spieſsglanz, Wismuth, in trocknes, erwärmtes Chlorgas bringt unter Feuererscheinung; wenn man gepulverte Metalle mit Quecksilberchlorid gemengt destillirt. Hierbei geht Quecksilber über und zugleich auch das meist flüchtige Chlormetall. So stellt man z. B. Chlorzinn, C.wismuth, C.spieſsglanz dar. b) Man löst ein Metall in Salzsäure, oder in Königswasser auf, im ersten Fall entbindet sich Wasserstoffgas, und ein Chlorür wird erzeugt, im letztern entsteht ein Chlorid. Auch Chlorwasser ist im Stande Metalle aufzulösen.

Die Chlormetalle sind entweder starr, oder flüssig, letztere meist sehr flüchtig, rauchen an der Luft, kondensiren Wasserdampf und ziehen Wasser an, wobei sie meistens krystallisiren, so z. B. wasserfreies Zinnchlorid, Spieſsglanzbutter (die flüssigen Chlormetalle führten in der ältern Chemie die Namen Oele, Buttern). Sie werden durch Hitze nicht zerlegt, zersetzen das Wasser meistens nicht, nur dann, wenn sie sich in basische und saure Chlormetalle scheiden, wie bei Chlorwismuth, C.zinn, C.antimon der Fall ist; dabei wird durch einen Theil des Chlormetalls Wasser zerlegt, wodurch Metalloxyd und Salzsäure entstehen, ersteres mit einem Antheil Chlormetall verbunden fällt als basisches Chlormetall nieder, letztere erhält den übrigen Antheil Chlormetall aufgelöst. Setzt man zu einem Chlormetall eine Säure und irgend ein Ueberoxyd, oder einen Körper, der reichlich Sauerstoff abtreten kann (wie Chromsäure) hinzu, so wird Chlor entbunden (vergl. Seite 184 u. 201). Die starren Chlormetalle sind entweder wasserleer, weiſs, grau von Farbe, oder wasserhaltend, krystallinisch, farblos, durchsichtig, verlieren durchs Glühen das Wasser. Chlormetalle verbinden sich unter einander wie Schwefelmetalle, z. B. Chlorquecksilber (Sublimat) mit Chlorkalium, C.natrium, wobei ersteres — el., letzteres + el. sich verhält.

Digitized by Google

9) Mit Jod. Jodmetalle, *Jodures*, *Jodides*, kommen in der Natur sparsam vor, Jodnatrium, J.kalium, J.silber, J.zink; man erhält sie auf gleiche Weise wie die Chlormetalle. — 10) Mit Brom. Brommetalle, *Brômures*, *Bromides*. Man kennt nur Brommagnesium in der Natur, die übrigen sind Kunstprodukte; von ihnen gilt beinahe dasselbe, was bei den Chlormetallen gesagt worden ist.

11) Mit Cyan. Cyanmetalle, *Cyanures*, *Cyanides*, kommen in der Natur nicht vor, werden sowohl auf trocknem, als nassem Weg erzeugt. a) Wenn man in Cyangas erhitzte Metalle bringt, z. B. Kalium, so verbinden sich dieselben mit jenem unter Lichtentwickelung. Kalcinirt man stickstoffenthaltende Thierkohle mit fixen Alkalien, alkalischen Erden, so bilden sich durch gegenseitige Entmischung Cyanmetalle, so das Cyankalium, C.eisen etc. b) Durchs Auflösen von Basen in Blausäure, durchs Kochen eines Cyanmetalls mit Wasser und einer Base, welche ihren Sauerstoff an das erstere Metall abgiebt, wird das letztere Metall in ein Cyanmetall verwandelt; kocht man z. B. Cyaneisen mit Quecksilberoxyd, oder Kali, so bildet sich Cyanquecksilber, C.kalium, und Eisenoxydhydrat.

Die Cyanmetalle sind theils in Wasser löslich (unter beginnender Zersetzung), theils unlöslich, zersetzen unter Mitwirkung einer Säure das Wasser, erzeugen Blausäure (vergleiche Seite 235); sie sind theils farblos, theils farbig, verbinden sich unter einander, z. B. Cyaneisen mit C.kalium, C.eisen mit C.kupfer etc., wohin das bekannte blausaure Kali und das Berlinerblau gehören. Theils vertragen sie die Hitze, theils werden sie dadurch zersetzt, so wird z. B. das C.kalium durchs Erhitzen nicht zersetzt, dagegen C.quecksilber, C.eisen.

12) Mit Kiesel. Kieselmetalle, *Siliciures*, *Silicides*, sind blos Kunstprodukte, kommen in der Natur nicht vor. Man erhält sie durchs Glühen der Metalle, oder deren Oxyde, mit Kieselerde oder kieselerdehaltenden Fossilien und Kohle; so enthält z. B. der Stahl, das Roheisen Kiesel. Die Kieselmetalle sind hart, spröde, nur unvollständig bekannt.

13) Mit Fluor. Fluormetalle, *Fluorures*, *Fluorides*, kommen in der Natur nicht selten vor, am häufigsten Fluorcalcium, aber auch Fl.natrium, Fl.yttrium, F.alumium, F.cerer, F.tantal. Man stellt sie durchs Auflösen der Metalloxyde in Fluſssäure dar, oder durchs Behandeln eines Fluormetalls mit einem Metalloxyd, welches seinen Sauerstoff jenem abtritt, und dafür das Fluor eintauscht. Sie sind theils in Wasser löslich, theils nicht löslich, theils starre Substanzen, theils dampfförmige, wie Fluorchrom, Fluorarsenik u. a. m., zersetzen das Wasser unter Mithülfe einer Säure, wobei Fluſssäure sich erzeugt, schmelzen ohne Entmischung,

verbinden sich unter einander wie die obigen. So enthält z. B. der Kryolith Fluornatrium und Fluoralumium.

Die Metalle verbinden sich unter einander in mannichfaltigen Verhältnissen, welche Verbindungen man Legirungen, *Alliages, Alloys of metalls,* nennt, mit Ausnahme derjenigen, welche Quecksilber enthalten, diese führen von Alters her den Namen Amalgame, *Amalgames.* Obschon man viele Legirungen kennt, so sind doch noch mannichfaltige Verbindungen theils noch nicht versucht, theils auch nicht gelungen, man konnte mitunter einzelne Metalle nicht mit einander verbinden.

Die Farbe der Metalllegirungen ist verschieden, jenachdem bald mehr von dem einen oder dem andern Metall in die Mischung eingeht; die Härte ist meist gröſser, als die der einzelnen Metalle, die Schmelzbarkeit erhöht, so daſs die Legirungen meist leichter schmelzen, als die Bestandtheile, oder doch wenigstens als der Hauptgemischtheil, z. B. Schnellloth aus Wismuth, Zinn und Blei, (*Newton's*, *Rose's*, *Darcet's* Metall). Merkwürdig ist, daſs das specifische Gewicht der Legirungen selten dem mittlern specifischen Gewicht der einzelnen Metalle entspricht, sondern theils gröſser ist, in Folge einer Verdichtung, theils auch geringer gefunden wird, indem sich die Legirung bei ihrer Bildung ausgedehnt haben muſs. Hieraus geht hervor: daſs man aus dem specifischen Gewicht einer Legirung und den specifischen Gewichten der Bestandtheile, ohne genaue Kenntniſs der Kontraktions- und Expansionsverhältnisse, keinen sichern Schluſs auf das Mengenverhältniſs der Metalle in der Legirung machen kann, wie man dies früher glaubte.

Sind zwei Metalle in ihrer Schmelzbarkeit sehr verschieden, und haben sie zu einander keine bedeutende Verwandtschaft, oder überwiegt das leichter schmelzbare in der Menge bei weitem das schwerer schmelzende, so kann ersteres bei mäſsiger Hitze zum Schmelzen gebracht werden, während letzteres mit einem kleinern Antheil des erstern verbunden ungeschmolzen zurückbleibt. Dies ist z. B. der Fall mit Kupfer und Blei, mit Zinn und Kupfer, mit Wismuth und Kobalterz; man kann Blei und Zinn vom Kupfer zum gröſsten Theil abscheiden, so auch Wismuth vom Kobalterz, (Schwefelantimon von seiner Gangart), welchen Prozeſs man das Saigern, *liquation, refining* nennt. Hierbei kann auch noch das leicht schmelzende Metall, wenn ein drittes, viertes zugleich mit vorhanden ist, welches zum leicht schmelzenden gröſsere Verwandtschaft hat, als zum schwerer schmelzenden, dieses mit aufnehmen, was z. B. beim Saigern des silberhaltigen Kupfers der Fall ist, wo das zugeschmelzte Blei mit dem Silber zum gröſsten Theil absaigert, während das Kupfer mit einem kleinen Antheil

Silber und Blei verbunden, als Kiehnstock, zurückbleibt. Dieser Prozeſs wird sowohl auf eignen Heerden, Saigerheerden, wie das Saigern des Kupfers betrieben, oder in Treiböfen, wie das Absaigern des Wismuths, des Schwefelantimons aus dem Antimonglanz.

Auf der Eigenschaft der leicht schmelzenden Metalle schwerer schmelzende, wenn sie anders Verwandtschaft zu jenen haben, aufzunehmen, sich mit ihnen zu verbinden, beruht die Möglichkeit Metalle zu löthen. Löthen, *souder, soldering,* nennt man den Vorgang, wenn zwei Stücke eines oder auch verschiedner Metalle vermittelst eines leichter flüssigen, oder auch desselben Metalls, welches sich mit jenen fest verbindet, vereinigt werden; das aufgetragne Metall nennt man das Loth, *soudure.* Dieses muſs nach der verschiednen Schmelzbarkeit und Natur des zu löthenden Metalls gewählt werden. Um z. B. verzinntes Eisenblech zu löthen, dient das Schnellloth der Klempner, aus Zinn und Blei zu gleichen Theilen gefertigt; zum Löthen des Eisens, Guſseisens bedient man sich des Kupfers, des Schlageloths, *soudure forte,* einer Legirung von Kupfer und Zinn, des Silbers, auch, wo die gelöthete Stelle nicht wieder erhitzt wird, des reinen Zinns, indem man die Flächen erst verzinnt, dann mit Zinn verlöthet. Um Kupfer zu löthen wendet man Zinn, auch sogenanntes Silberloth an, ein Gemisch von 5 Theilen Silber, 6 Messing, 2 Zink; um Messing zu löthen Silberloth, Schnellloth; um Zink zu löthen Blei und Zinn; um Blei zu löthen Schnellloth, auch selbst Blei, wobei aber eigens verfahren werden muſs, damit nicht das zu löthende Metall einschmilzt; (Löthen mit dem kalten Kolben, Vergieſsen). Platin löthet man mit feinem Gold; Gold mit einer Legirung von Gold und Silber, oder Gold und Kupfer; Silber mit einer Legirung von Silber und Kupfer.

Bei jedem Löthen ist nöthig: 1) daſs die Löthstellen völlig rein von Oxyd sind, weshalb man sie abschabt, 2) daſs man die Luft abhält, welche sonst das heiſse Metall oxydiren würde, oxydirte Flächen nehmen aber das Loth nicht an. Dies wird entweder dadurch erreicht, daſs man die zu löthende Stelle, nachdem das Loth zwischengebracht ist, mit Lehm umklebt, dann trocknet und erhitzt, (wie es die Schlosser oft thun), oder man bedient sich hiezu einer schmelzenden Substanz, welche sowohl die Löthstelle und das Loth bedeckt, somit die Luft abhält, als auch das etwa noch vorhandne Oxyd auflöst, oder reducirt. Solche Substanzen sind: Borax, Kolophonium (Glaspulver); Borax dient besonders bei dem Schlageloth, Silberloth, überhaupt bei denjenigen Lothen, die eine stärkere Erhitzung erfordern; er nimmt auch das noch vorhandne Oxyd auf, reinigt die Löthstelle. Kolophonium wendet man dagegen beim Schnellloth, beim Löthen mit Zinn an, wo-

bei es schmilzt, zum Theil verkohlt wird, und dadurch reducirend wirken kann. Wendet man zum Löthen Zinn an, so wird häufig Salmiak mit Wasser oder Oel aufgetragen, um das Verzinnen der Metallflächen zu erleichtern. Dieses Salz bedingt Reinigung der Metallflächen, Beseitigung des Oxyds. (Glaspulver wenden die Schlosser nicht selten statt Borax an, nur ist es nicht leicht von den Löthstellen loszumachen, und macht die Feilen stumpf.)

Mit dem Löthen hat auch das Ueberziehen eines Metalls mit einem andern, leicht flüssigern, die gröſste Uebereinstimmung, wie z. B. das Verzinnen kupferner, eiserner Geräthe aus Blech und Guſseisen, das Vergolden und Versilbern mittelst Amalgam. Das Plattiren dagegen ist wesentlich hiervon verschieden; ein starres Metall haftet auf dem andern starren durchs Aufwalzen in der Hitze vermöge der Adhäsion fest, ohne daſs ein Bindemittel, ein Loth zwischengebracht würde, so Silber, Gold, Platin auf Kupfer; hierauf beruht die Fabrikation von plattirten Geräthen, Lyoner Gold- und Silberfabrikate.

Ueber die Aufbereitung und Zugutemachung der Erze *).

Die Erze finden sich in den Erzlagerstätten selten in der Reinheit, daſs man dieselben ohne alle Vorbereitung dem Zugutemachen unterwerfen könnte, theils sind sie mit den Erzen anderer Metalle vermengt, theils durch die Gebirgsart verunreinigt, in welcher die Erzlagerstätte befindlich ist. Beide Verunreinigungen sind der Benutzung eines Erzes hinderlich; die erstere, weil oft das Erz eines Metalls dem Ausbringen eines andern nachtheilig ist, letzteres verunreinigt, oder eine ganz andere Behandlung verlangt als das andere; die letztere weil sie ein groſses Haufwerk herbeiführt, wodurch die Kosten des Ausbringens jedenfalls sehr erhöht werden.

Der Zweck des Aufbereitens, *préparation mécanique*, ist nun, eine mehr oder minder vollständige Trennung des Erzes von den beigemengten fremden Materien durch mechanische Mittel zu erreichen. Allein nie ist eine absolut vollständige Trennung zu erreichen, sowohl mehrer Erze von einander, denn man erhält immer nur Erzgemenge, in denen bald das eine, bald das andere Erz vorwaltet, als auch der Erze von dem tauben Gestein, um so mehr, als der Erzverlust bei der Aufbereitung um so gröſser wird, je vollständiger man die Trennung zu bewerkstelligen sucht. Man ist dadurch genöthigt, den Erzgehalt nur bis zu einem gewissen Grad zu concentriren. — Man nennt ein Erz derb, *mine crasse*, wenn es sich in einer so zusammenhängenden Masse in dem Gebirgsgestein befindet, daſs es sich ohne groſse Schwierigkeit mit dem Hammer davon trennen läſst; grob eingesprengt heiſst es, wenn die Trennung durch das Verwachsensein mit dem Gestein schwieriger wird; endlich fein eingesprengt, wenn das Erz noch feiner zertheilt im Gestein eingestreut ist.

*) Aus *Karsten's* Metallurgie zusammengestellt.

Die Aufbereitung geschieht entweder nur durch Menschenhände, trockne A., oder durch Maschinen, künstliche, nasse A.; durch erstere erreicht man eine Absonderung des Erzes vom Gestein fast ohne allen Erzverlust, wogegen die letztere nie ohne einen solchen bewirkt werden kann. Jedenfalls muſs der letztern stets die erstere vorangehen, sie soll nur das vollenden, was durch die trockne Aufbereitung nicht mehr ausgeführt werden kann. — Zur trocknen Aufbereitung wird erfordert, daſs das Erz derb, oder wenigstens sehr grob eingesprengt sei, weil sonst eine Trennung nicht mehr möglich ist, welche aber durch die nasse A., innerhalb gewisser Grenzen, noch erreicht, durch welche der Erzgehalt in der Gebirgsart mehr concentrirt, das Erz dadurch schmelzwürdig gemacht werden kann. Allein es geht dabei eine sehr bedeutende Menge Erz verloren, so daſs es oft besser ist, sie bei kostbaren Metallen zu beschränken oder zu unterlassen.

Alle auf der Erzlagerstätte in der Grube gewonnenen Massen theilt man ein in Wände und Grubenklein, letzteres, welches mit Letten, Schmutz etc. überzogen ist, muſs einer Reinigung (Abläutern) unterworfen werden. Die Wände werden schon in der Grube einer Aufbereitung durch Zerschlagen und Aussortiren unterworfen, die Gänge werden zu Tage geschafft, die tauben Berge bleiben in der Grube zurück. Die A. der Gänge über Tage beginnt mit dem Ausschlagen mittelst Fäusteln, welches an den Förderungspunkten geschicht; die so erhaltnen Scheidegänge werden dann dem Scheiden unterworfen, *triage à la main.* Diese Operation hat durch Anwendung des Wassers durch das sogenannte Siebsetzen bedeutend gewonnen. Das Scheiden geschieht in den Scheidestuben auf Bänken von Knaben, welche die Erze weiter zerkleinern und in verschiedne Sorten, Proben, sondern und die Berge davon trennen. Die erste Probe Erz, das reiche, gute Erz, wird erst gekörnt, ehe es an die Hütte abgegeben wird; dies geschieht unter dem Trockenpochwerk. Die zweite Probe, Setzwerksprobe, Erz, welches noch zu reich ist, um es der nassen Aufbereitung zu unterwerfen, wird ebenfalls zerkleinert, gesiebt und dann durch Siebsetzen geschieden, wodurch noch ein Theil reiches E. gewonnen wird. Die dritte Probe, Pocherz, welches der nassen A. anheimfällt; die vierte, Scheidemehl, geht theils an die Hütte, theils an die Siebsetzarbeit.

Der Zweck des Siebsetzens, *criblage*, *sieving*, ist eine Absonderung des tauben Gesteins, des minder reichhaltigen und für die nasse A. geeigneten, Pochgänge, und des reichen Erzes in dem Haufwerk, welches beim Reinscheiden und der Abläuterarbeit des Grubenkleins erhalten wird, Graupenerz, Setzgraupen, und wegen der zu geringen Gröſse des Korns zum Reinscheiden nicht mehr anwendbar, oder zu arm ist, um direkt an die Hütte abgeliefert zu werden. Die vorzüglichste Bedingung zum Gelingen der Arbeit ist gleiche Gröſse des Korns; deshalb wird das zu setzende Haufwerk vorher noch zerkleinert, und dann gesiebt. Zum Zerkleinern des Setzwerks wendet man theils ein Trockenpochwerk an, auch wohl ein Naſspochwerk, (Erzmühlen), theils und am zweckmäſsigsten ein Quetschwerk, *crushing machine*, ein oder mehrere

Paar horizontal neben einander gelagerter guſseiserner canellirter Walzen, *chats-rollers.* Das Setzwerk wird hierauf sorgfältig gesiebt, und von anhängendem Schlamm durch Abwaschen gereinigt, das Durchlassen, wobei man aus der Trübe mittelst Sümpfen noch einen Antheil Erzmehl erhält.

Das Siebsetzen wird durch Menschenhände auf Setzsieben, *brake-sieve*, vollbracht; der Zweck desselben ist eine Veränderung der relativen Lage der Körner auf dem Sieb, weshalb dasselbe von unten nach oben in eine stoſsende Bewegung versetzt wird. Die Siebe befinden sich in Fässern mit Wasser, Setzfässern, und sind an Balanciers mit Gegengewichten angehängt; ein Schwanken derselben beim Auf- und Niederbewegen ist durch in den Fässern angebrachte Leitungen verhütet. Durch eine Zahl hinter einander folgender kurzer aber starker Stöſse wird nun das Gemengsel im Wasser in Bewegung gesetzt, wodurch sich die Erztheile nach ihrem specif. Gewicht zu unterst, das Gestein, welches nur sehr wenig Erz enthält, und die tauben Berge oben lagenweis abscheiden; man nimmt alsdann mit einem Blech die Schichten ab. Während der Bewegung fallen durch die Maschen des Siebes kleine Erzpartikelchen, vermengt mit Bergart, und bilden mit dem Wasser der Fässer eine Trübe, aus welcher sich das sogenannte Faſserz, Faſsvorrath absetzt, welches auf dem Durchlassen gespült wird. — In der neuesten Zeit hat man Siebsetzmaschinen ausgeführt, welche durch die Pochradwelle bewegt werden.

Das fein eingesprengte Erz, welches schon bei der Scheidearbeit als für die Setzarbeit zu arm erkannt wurde, die bei letzter erhaltnen armen Abhübe, heiſsen insgesammt Pochgänge und bilden das Material für die nasse Aufbereitung. Der Zweck derselben ist, die Trennung des Erzes von der Gebirgsart mittelst Zerstampfen der Pochgänge und Abschlemmen eines Theils des tauben Gesteins durch Wasser. Hiebei ist Hauptsache, das Pochmehl in einer möglichst gleichen Gröſse des Korns darzustellen, und die Pochgänge nicht feiner zu verpochen, als die Gröſse des Korns des eingesprengten Erzes es durchaus erfordert. Da es aber unmöglich ist, das Pocherz durchweg zu gleicher Gröſse des Korns zu zerkleinern so sucht man die Absonderung der ungleichen Körner dadurch zu bewerkstelligen, daſs man die Trüben durch ein System von Gerinnen und Sümpfen leitet, in denen sich jene nach ihrem absoluten Gewicht früher oder später absetzen. Ein solches System heiſst die Mehlführung. Die Concentrirung des Erzes in dem Mehl läſst sich nicht ohne einen bedeutenden Verlust an Erztheilchen bewerkstelligen, welche vom Wasser gleichzeitig mit den tauben Theilen fortgeführt werden.

Das Zerkleinern geschieht in Pochwerken, *bocard*, *stamp mill*, durch Pochstempel, welche auf bestimmte Höhen gehoben, frei in einer Leitung herabfallen und durch das Moment ihrer Bewegung die Pochgänge zertrümmern. Der Pochstempel ist unten mit Eisen beschlagen, wiegt etwa $2\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Centner, wird von dem Daumen der Pochwelle gehoben; je 3 und 3 bilden einen Satz. Der Pochtrog ist von Holz, in ihn flieſst stetig Wasser zu; an beiden langen Seiten sind Austragetafeln

feln angebracht, über welche die Pochtrübe abflieſsen kann, die zu beiden Seiten des Trogs in die Pochgerinne fällt, von wo aus sie der Mehlführung zugeleitet wird. Die Pochsohle ist entweder von Eisen, oder aus quarzigen Pochgängen festgestampft. Das Austragen des Pochmehls geschieht am besten durch Gatter, die aus eisernen Stäbchen gebildet sind, welche etwa $\frac{1}{8}$ Zoll von einander entfernt stehen. (Man unterscheidet ein feines, zähes und ein gröberes, rösches Korn.)

Die Mehlführung besteht aus mehrern Behältern, Graben oder Gerinnen, *bassins*, *labyrinthe*, in denen sich die Erzmehle aus der Pochtrübe absetzen sollen, und zwar in den dem Pochtrog zunächst liegenden das specifisch schwerere, an Erz reichere, rösche, in den darauf folgenden das minder rösche, in den entferntesten Sümpfen das leichteste, feinste, nebst dem Schlamm. Lange, verhältniſsmäſsig breite Gräben mit horizontalen Boden und Querhölzchen bedingen einen langsamern Abfluſs der Trübe, der jedoch nie zu sehr vermindert werden muſs, damit die feinen und schlammigen Theile nicht in den Gräben, sondern in den breiten Sümpfen zuletzt zum Absetzen kommen. Die in den Behältern aufgesammelten Niederschläge erhalten besondere Namen, die in verschiednen Ländern verschieden sind.

Die Concentration des Pochmehls ist nun die letzte Operation. Die Behälter der Mehlführung enthalten nämlich taube Gebirgsart in gröſsern und reine Erztheilchen in kleinern Körnern, weil sich die Körner nicht nach Maſsgabe ihres specif. Gewichts allein absetzen können, sondern weil sie auch dem Stoſs der fortrinnenden Trübe ausgesetzt sind, durch welchen die leichtern Theilchen an sich weiter fortgeführt werden, als die absolut schwerern. Bei allen noch so verschiednen Verfahrungsarten zur Concentration liegt das Prinzip zu Grunde: den Stoſs des flieſsenden Wassers zu benutzen, die leichtern von den schwerern abzuschlemmen.

Man kann die zur Concentration angewendeten Vorrichtungen eintheilen in unbewegliche und bewegliche Heerde, *tables*; die erstern umfassen die Schlemmgraben, oder Schlemmheerde, *slime-pits*, Kehrheerde oder Glauchheerde, *tables dormantes*, *t. allemandes*, *t. à balais*, *nicking buddles*, Planheerde, *tables à toiles*, die letztern die sogenannten Stoſsheerde, *t. à secousse*, *t. mobiles*, und Sichertröge. Die concentrirten Pochmehle, welche an die Hütte abgeliefert werden, heiſsen Schlieche, die Abgänge, welche das Wasser fortführt, die Heerdfluth, und wenn letztere nicht weiter zur Benutzung kommt, After. Die einzelnen Theile eines jeden Heerds sind: der Wasserkasten, die Bühne, welche das ausgeschlagne Pochmehl aufnimmt, aus welcher es auf den Heerd niedergeschlemmt wird, und der Heerd selbst, eine geneigte Ebne von Brettern gefertigt. Bei einigen läſst man ganz allein den Stoſs des Wassers wirken, bei andern streicht man das bis zu einer gewissen Länge des Heerds niedergeschlemmte Mehl mit einem Brettchen, Kiste, dem Strom des Wassers wiederholend entgegen, Kehrheerde. Man bedient sich der Schlemmheerde zum Verarbeiten der Mehle von röscherm Korn, und der Kehrheerde für die Concentration

der zähern; beiderlei Arbeiten werden auf dem Oberharz sehr vollkommen ausgeführt. Planheerde sind jetzt fast überall auſser Gebrauch.

Die Stoſsheerde sind an Ketten oder Stangen aufgehängte Ebnen, auf welchen der Stoſs des Wassers durch einen Stoſs gegen die Stirn der Ebne unterstützt wird. Die Sichertröge unterscheiden sich von den erstern nur durch kleinere Dimensionen und durch den stärkern Stoſs, den sie erleiden; ihre Anwendung ist sehr beschränkt, während der Stoſsheerd eine sehr allgemeine Anwendung findet. Sie sind aber ganz unbrauchbar, wenn durch lettige und schmandige Gemengtheile ein starkes Anhängen der Körnchen an der Fläche der beweglichen Ebne bewirkt wird. Die Wirksamkeit der beweglichen Heerde beruht auf dem Beharrungsvermögen der Materie; während der vorwärts schreitenden Bewegung des Heerds wird den Körnchen die durch den Anstoſs verursachte Geschwindigkeit nicht alsbald mitgetheilt, sondern erst wenn sie sich niedergesenkt haben, allein dann tritt die Ebne ihre rückgängige Bewegung an, welche, den Körnchen mitgetheilt, verursacht, daſs sich die letztern, vermöge des Beharrungsvermögens, mehr nach dem Stirnende hin ansammeln, während der Wasserstrom die leichtern Theilchen weiter forttreibt. Die Stoſsheerde verdienen vor allen festliegenden Heerden bei der Concentration eines nicht zu zähen und möglichst gleichkörnigen Pochmehls den Vorzug, und keine Erfindung ist für die nasse Aufbereitung wichtiger geworden, als die der beweglichen Heerde, obschon sie eine Wasserkraft erfordern.

Die an die Schmelzhütten abgelieferten Erze und Schliche werden, bevor sie zugutegemacht werden, einer eignen Vorbereitung bei erhöhter Temperatur unterworfen, welche man das Rösten nennt. Man kann diese Vorarbeiten eintheilen in solche, bei denen ein Luftzutritt nicht wesentlich nöthig ist, Brennen, *calcinage*, *calcining*, und in andere, die ohne Luftzutritt nicht erfolgen können, Rösten, *grillage*, *rôtissage*, *roasting*, (Braten). Bei Eisenerzen, welche nicht aufbereitet werden, bei denen aber doch eine Zerkleinerung behufs des Verarbeitens in Schmelzöfen nöthig wird, soll das Brennen bloſs ein Mürbemachen der groſsen Stücke bezwecken, wobei auch Wasser und Kohlensäure verflüchtigt werden. Bei dem Rösten ist eine Verflüchtigung des Schwefels (Arseniks, Spieſsglanzes) die Aufgabe, und, indem dann die atmosphärische Luft bei erhöhter Temperatur einwirkt, oxydirt sich die Verbindung, und nach Maſsgabe der Metalle sind dann die Produkte, welche sich bilden, verschieden. Verschiedenheit der Temperatur, so wie das Verhalten der sich bildenden neuen Verbindungen zu den noch nicht zersetzten Erzen bedingen wesentliche Modifikationen des Röstprozesses. Es bilden sich bei niederer Temperatur schwefels. Metallsalze, die bei gesteigerter Hitze sich entmischen, wobei schwefligsaures Gas entweicht, und Metalloxyde zurückbleiben, welche bei der darauf folgenden Zugutemachung Metalle liefern. Bei der Röstung in Haufen ist die Bildung schwefels. Salze nicht zu vermeiden, weil es unmöglich ist, eine gleichmäſsig erhöhte Temperatur im ganzen Haufen hervorzubringen; deshalb muſs die Röstung mehrmals wiederholt werden, um die gebildeten schwefels. Salze zu entmischen. Zuweilen verbindet man

mit der Röstarbeit die Gewinnung einez Theils Schwefel, was aber nur beim Schwefelkies möglich wird; (vergl. Seite 148 und Kupferkies).

Man röstet entweder in Haufen, *en tas*, d. h. auf einer Unterlage von Brennmaterial, (Holz, Reisig, Steinkohlen, Torf), oder man bedient sich zum Rösten der Schacht- oder Flammöfen. Das erstere Verfahren findet entweder in ganz freien Haufen statt, oder man legt den untern Theil dez Haufenz in eine Vertiefung in die Erde, Grnbenröstnng, oder man nmgiebt denselben mit einer Mauer, Stadeln, Roststätten, *aires murées*. Der Rozt muſs mehrmals gewendet, d. h. das Erz muſs, wenn der Haufen ausgebrannt, umgelegt nnd von Neuem geröstet werden. Bituminöse schwefelkiesreiche Erze entzünden sich beim Rösten und brennen an sich fort, erfordern daher weniger Brennmaterial, man röstet sie im Freien; diejenigen, die wenig Schwefel enthalten, so wie Hüttenprodukte, unter leichten Schoppen, um sie vor Regen und starker Abkühlung zu bewahren. In keinem Fall darf beim Rösten ein Zusammensintern, oder wohl gar Schmelzen eintreten. Beim Rösteu in Gruben nnd Stadeln findet auf eine einfache Weise in angelegten Kondensationskanälen ein Niederschlag von Schwefel statt.

Ein Rösten in Schachtöfen findet bei denjenigen Erzen statt, die der Einwirkung des Sauerstoffs in erhöhter Temperatur nicht bedürfen, vorzugsweise bei den Eisenerzen. Die Einrichtnng derselben ist ganz übereinstimmend mit der der Kalkschachtöfen, man schichtet sowohl daz Erz mit dem Brennmaterial, als leitet auch blos die Flamme des letztern in den mit Erz gefüllten Schacht; im ersten Fall wendet man kleine Coaks, Holzkohlen an, auch wohl schwefelarme Steinkohlen. Durch angebrachte Auszieheöffnungen wird das gut gebrannte Erz entfernt. (Vergl. das beim Kalk Gesagte). — In Flammöfen röstet man besonders Schlieche und sehr fein zertheilte Hüttenprodukte, besonders wenn eine vollständige Entfernung des Schwefels bezweckt wird. Flache Gewölbe, niedrige Feuerbrücken, hohe Essen dienen dazu, um den gröſsten Effekt des Brennmaterials hervorzubringen. Das Nähere hiervon wird bei den einzelnen Metallen, namentlich beim Blei und Kupfer, gelehrt werden.

Von dem Rösten der Erze ist, als ein Vorbereitungsprozeſs, noch verschieden das Verwittern und Abliegen an der Luft. Man bezweckt dadurch eine mechanische Absonderung des Letten und Schieferthons von den Erznieren, wie es besonders bei Eisenerzen und Galmei der Fall ist, auch wohl eine Oxydation der erstern, und des eingemengten Schwefelkieses, der dann durch den Regen weggenommen wird.

Die Benutzung eines Erzez auf daz darin befindliche Metall nennt man das Zugutemachen, *fonte;* das aus dem Erz ausgeschiedne Metall heiſst das Ausgebrachte. Die Metalle befinden sich in den E. entweder regulinisch, oder mit Sauerstoff, mit Säuren, mit Schwefel verbunden; dieser Verbindungszustand, die Eigenschaften des Metalls, die Menge und Beschaffenheit der Gangart machen es nothwendig, die metallurgischen Operationen auf verschiedne Weise zu modificiren. Als Gangart wird in metallurg. Hinsicht jede fremde Beimengung des E. betrachtet, ans welcher sich das Metall, welches den Gegenstand der

Gewinnung ausmacht, nicht darstellen läſst; es kann daher Bergart, oder selbst irgend ein anderes Erz sein, welches dem auszubringenden beigemengt ist.

Man kann sämmtliche metallurgische Schmelzarbeiten in 5 Abtheilungen bringen: 1) Separationsschmelzen, — Aussaigern, Bildung von Schwefelmetallen, Arsenikmetall, — um dadurch gleichsam ein neues Erz zu bilden, welches das darzustellende Metall in einem mehr concentrirten Zustand enthält, als es im E. befindlich ist, indem die Bergart durch die Verschlackung abgesondert ist. 2) Das bloſse Umschmelzen, z. B. des Roheisens, des silberhaltigen Kupfers mit Blei. 3) Das reducirende Schmelzen. 4) Das oxydirende S. — Treibarbeit, Eisenfrischen im Flammofen, Puddeln. — 5) Das Niederschlagsschmelzen, oder die Zerlegung eines Schwefelmetalls durch ein anderes Metall, oder einen andern Körper.

Ein Metall läſst sich nicht immer gleich bei der ersten Operation darstellen, sondern es wird zuweilen beim ersten Prozeſs nur als Schwefelmetall, Stein, Lech, oder in Vereinigung mit einem andern Metall gewonnen, und es werden noch mehrere Arbeiten erforderlich, um es rein darzustellen. Ferner entstehen bei den metallurgischen Prozessen Schmelzprodukte, die noch einen Theil des Metalls enthalten, und daher zur weitern Benutzung verwendet werden müssen, Halb- oder Zwischenprodukte, Abgänge; auch wird ein Theil des Erzes oder Metalls durch den Luftstrom fortgeführt, Flnggestübbe, und muſs aufgesammelt werden. Einen ganz besondern Theil der Metallurgie bildet die Amalgamation der Silber- und Golderze, wovon bei diesen das Nähere.

Die Oefen, deren man sich zu metallurgischen (und anderweitigen) Zwecken bedient, sind dreierlei Art, Schachtöfen, Flammöfen, Gefäſsöfen.

Die Schachtöfen, *fourneaux à courant d'air forcé*, zeichnen sich durch den Schacht, *puit*, aus, einen durch Mauerwerk gebildeten hohlen Raum, in welchem abwechselnde Schichten von Brennmaterial und Erz in demselben Verhältniſs niedersinken, als das erstere durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft verzehrt und das letztere durch die entwickelte Hitze geschmolzen wird. Als Brennmaterial wendet man gewöhnlich die Kohle von Holz und Steinkohlen (Coak) an; nicht verkohltes Brennmaterial, als Steinkohlen, Torf, Holz, sind nur ausnahmsweise unter Umständen angewendet worden. Die zum Verbrennen der Kohle nöthige Luft wird durch Blasemaschinen dem untern Theil des Schachts zugeführt; die gröſste Hitze wird dann nothwendig an der Stelle entwickelt, wo das Verbrennen mit der gröſsten Lebhaftigkeit stattfindet, welches in der Höhe der Form, d. h. der Einströmeöffnung des Winds, der Fall ist, oder unmittelbar über derselben. Von der Form nach oben zu nimmt die Hitze verhältniſsmäſsig ab, so daſs die obersten Schichten am wenigsten stark erhitzt werden. Den Raum unter der Form bis zum tiefsten Punkt des Schachts nimmt die niedergeschmolzne Masse ein, so daſs dort kein Verbrennen, also auch keine Entwickelung von Wärme weiter stattfindet. Hat sich die geschmolzne Masse in solcher Menge angesammelt, daſs sie bis zur Formöffnung

emporgestiegen ist, so muſs sie entfernt werden, wenn nicht etwa dieselbe durch besondere Konstruktion des Ofens von selbst abflieſsen kann.

Jeder Schachtofen muſs wenigstens 3 Oeffnungen haben, eine, durch welche die Schichten von Brennmaterial und Erz in den Schacht gebracht werden, die Gicht, *gueulard*, *mouth*, eine zweite, durch welche die atmosphärische Luft in den Ofen gelangt, die Formöffnung, *trou de la tuyère*, *twyer*, (nicht selten sind deren 2 oder 3 bei Eisenhohöfen vorhanden), die dritte, durch welche die geschmolzne Masse aus dem Ofen entfernt oder abgelassen wird, das Auge, *oeil*, wenn dieselbe offen, der Stich, *trou de coulée*, *percée*, wenn sie verschlossen ist. Den tiefsten Punkt, oder die Grundfläche des Schachts, nennt man den Heerd, Tiegel, zuweilen auch den Sumpf.

Die Gestalt der Schächte hat man auf sehr verschiedne Weise abgeändert und es giebt kaum eine Gestalt, welche nicht bereits in Anwendung gesetzt worden wäre. Man hat cylindrische, konische, umgekehrt konische, prismatische, pyramidale S. gebaut, man hat den Querschnitt in Form eines Kreises, einer Ellipse, eines Quadrats, Rechtecks, eines Achtecks etc. konstruirt. Auch die Höhe des S. ist mannichfaltig abgeändert worden. Man unterscheidet in dieser Hinsicht Hohöfen, Halbhohöfen und Krummöfen. Der Krummofen, *fourneau à manche*, *hearth*, hat eine Höhe von 4 bis 5 Fuſs, so daſs der Arbeiter Erz und Brennmaterial unmittelbar in den Ofen schütten kann. Schwankender ist die Grenze zwischen Hohöfen, *haut fourneau*, *high furnace* und Halbhohöfen, *demi-haut fourneau*. Schachtöfen, deren Schachthöhe 6, 10, oder 12 Fuſs beträgt, werden Halbhohöfen, und deren Schachthöhe über 12 Fuſs miſst, Hohöfen genannt. Die gröſste Höhe haben die Eisenhohöfen, um die durchs Verbrennen der Kohlen sich entwickelnde Hitze möglichst vollständig zu benutzen. (Bei den zum Verschmelzen der Eisenerze bestimmten Hohöfen unterscheidet man Hohöfen und Blauöfen, wovon beim Eisen das Nähere, so wie auch eine specielle Beschreibung der einzelnen Einrichtungen an den Schachtöfen erst bei den Metallen gegeben werden wird.) Der Schmelzraum in der Nähe der Form leidet durch die Hitze am meisten, und muſs deshalb gegen das Ausbrennen möglichst geschützt werden, weshalb die Schachtöfen von Zeit zu Zeit niedergeblasen, und wieder neu zugestellt werden müssen.

Man bildet den Heerd verschiedentlich, je nachdem man die geschmolzne Masse in dem Tiegel, oder dem tiefsten Theil des Heerds, ansammeln und von Zeit zu Zeit durch die Stichöffnung ablassen, oder sogleich aus dem Ofen entfernen will. Bei einer andern Art des Zumachens giebt man dem Tiegel eine solche Lage, daſs er zum Theil unter dem Schacht, zum Theil auſserhalb des Ofens vor der Vorwand sich befindet, Vorheerd, *avant-foyer*. (Man macht einen Unterschied zwischen Schachtöfen mit offner und geschloſsner Brust, *poitrine ouverte*, *p. fermée*, er läſst sich jedoch nur bei den Oefen zum Eisenschmelzen streng durchführen.) Soll der geschmolzne Inhalt des Ofens abgestochen werden, oder selbst abflieſsen, so liegt in beiden Fällen vor der Ofenbrust ein Stichheerd, Spurtiegel, *bassin de réception*, *de coulée*, *smelting pot*. Zuweilen bringt man zwei Tiegel oder Heerde an,

Digitized by Google

damit der eine geleert werden kann, während sich der andere füllt; solche Oefen nennt man **Brillenöfen**. (Das Specielle, so weit es erforderlich ist, bei der Abhandlung der einzelnen Metalle.)

An die Schachtöfen kann man gewissermaſsen die **Heerde**, *foyer*, *hearth*, anreihen, Feuerungsanlagen, welche keinen Schacht besitzen, d. h. keinen Kanal über der Formöffnung, aber mit erstern den Schmelzraum gemein haben, in welchem der zu behandelnde Körper mit dem Brennmaterial in Berührung kommt. Sie werden gewöhnlich aus eisernen Platten zusammengesetzt, und im Innern ausgekleidet. Man nennt solche Heerde auch wohl **Feuer**. Hieher gehören auch Heerde, welche keine Gebläse haben, wie der Saigerheerd. In vielen Ländern sind die Schachtöfen erst aus den Heerden entstanden.

Die Flammöfen, *fourneaux à réverbère*, sind so konstruirt, daſs das zu schmelzende, oder reducirende, oxydirende Erz, Metall etc. mit dem Brennmaterial nicht in unmittelbare Berührung kommt, sondern blos der Flamme desselben ausgesetzt ist. Der Flammofen enthält daher zwei von einander gesonderte Räume; der **Feuerungsraum**, der Raum, in welchem das Brennmaterial verbrannt wird, steht mit dem zu erhitzenden Raum, **Arbeitsraum**, *laboratoire*, *chauffe*, in einer solchen Verbindung, daſs sich die Flamme aus dem erstern in letztern begeben muſs. Das Zuströmen der zur Speisung des Feuers nöthigen Luft wird durch einen **Rost**, *grille*, bedingt, auf welchem das nicht verkohlte, flammegebende Brennmaterial lagert; unter demselben ist ein **Aschenfall**, *cendrier*, angebracht. An dem entgegengesetzten Ende des Ofens ist die **Esse** angelegt, welche mit dem Arbeitsraum in der Regel durch einen kurzen Kanal, **Fuchs**, *rampant*, in Verbindung gesetzt ist. Die Fläche, auf welcher der zu schmelzende oder zu bearbeitende Körper im Arbeitsraum liegt, heiſst der **Heerd**, *sole*, *aire*, derselbe wird mit einem Gewölbe umschlossen, welches gleichzeitig den Arbeits- und Feuerungsraum umfaſst; eine niedrige senkrechte Mauer trennt aber beide Räume, die **Brücke**, *pont*, *autel*.

Jeder Flammofen hat mindestens 3 Oeffnungen, die eine zum Eintragen des Brennmaterials, das **Schürloch**, eine zweite, die **Einsatzthür**, um das zu Bearbeitende auf den Heerd zu bringen, letztere ist meist zur Seite des Arbeitsraums, beide sind mit eisernen Schiebethüren versehen, drittens die **Fuchsöffnung**. Auſserdem ist noch in gewissen Fällen eine Stichöffnung, ferner Arbeitsthüren vorhanden (beim Puddelofen, Bleischmelzofen), eine Oeffnung für eine Form etc.; ebenso fehlt mitunter die Esse, dann entweicht die Flamme durch Oeffnungen im Ofengewölbe, oder dem Feuerraum gegenüber (Treiböfen, Spleiſsöfen). Die Esse ist bei den Flammöfen ein sehr kostbarer Theil, da dieselbe in gewissen Fällen eine Höhe von 60 Fuſs und darüber erreichen muſs, und daher einen theuren Fundamentbau erfordert; die Esse muſs am obern Ende mit einer Klappe und Zugstange versehen sein. Oft legt man 2 Oefen an eine Esse. — Nach Verschiedenheit des im Arbeitsraum zu bearbeitenden Materials, des Brennmaterials muſs die Konstruktion der einzelnen Räume, des Gewölbs, des Rosts, der Brücke, des Fuchses und der Esse verschieden eingerichtet werden.

Gefäſsöfen nennt man endlich solche Oefen, in welchen besondere, aus feuerfestem Thon (Guſseisen) gefertigte Gefäſse, Tiegel, Retorten, Muffeln, Röhren sowohl durch Kohlen, als auch durch die Flamme eines flammegehenden Brennmaterials erhitzt werden, um in den letztern metallurgische, oder sonstige technisch-chemische Operationen zu vollbringen. Von solcher Konstruktion ist der Messingbrennofen, Guſsstahl- und überhaupt jeder Tiegelofen, Glasofen, Blaufarbeofen, der Cämentirofen für Stahl, Zinkofen, Schwefeltreib- und Wiſsmuthsaigerofen etc.

Was nun das Zugutemachen der Erze selbst betrifft, so ist es ein alter Erfahrungssatz, daſs, wenn sie verschmolzen werden sollen, ein Zusatz nöthig ist, um sie leichtflüssiger zu machen, und auch zu verhindern, daſs ein Theil des in denselben enthaltnen Metalls verschlackt werde. Man nennt Beschickung, Möllerung, das Gemeng des Erzes oder Hüttenprodukts mit den zweckmäſsigen Zusätzen. Man nennt diese Zuschläge, auch Flüsse, *fondans*, letztere Benennung erhalten sie in dem Fall, daſs die Zusätze nur allein die Schmelzbarkeit des Erzes befördern. Von dem Beschicken unterscheidet sich das Gattiren, welches in einer Mengung von Erzen eines und desselben Metalls besteht, welche theils in ihrem Metallgehalt, theils in Hinsicht auf die Gebirgsart verschieden sind, die sie führen etc. In letzter Hinsicht erreicht man zuweilen durch die Gattirung eine zweckmäſsige Beschickung. Obschon der Hauptzweck der Beschickung die Beförderung der Schmelzbarkeit ist, so leisten doch auch die Zuschläge, wenn auch nicht unmittelbar, doch mittelbar einen Einfluſs auf die Reduktion der Metalle. Einer der häufigsten und wichtigsten Zuschläge, ohne welchen nur sehr wenige Schmelzungen vorgenommen werden, ist Kalkstein. Man bedient sich desselben nicht um Schwefelmetalle zu verschmelzen, sondern um die den Metalloxyden und Schwefelmetallen beigemengten Erden leichter zu verschlacken; (Dolomit), Fluſsspath, Sandstein, oder Geschiebe von quarzigem Gestein, Eisenfrischschlacken, überhaupt leichtflüssige Schlacken.

Es ist eine Thatsache, daſs, so leicht auch manche Metalloxyde an sich durch Kohle in der Hitze reducirt werden, dieselben dennoch, wenn sie mit Erden in Verbindung sich befinden, um so schwerer sich reduciren lassen, wenn nicht etwa die Hitze sehr erhöht wird, wodurch jedoch die letztern auch beginnen reducirt zu werden. In solchen Fällen bleibt nichts übrig, als die Verbindung des Metalloxyds mit den Erden zu zersetzen, und durch Zuschläge das Metalloxyd zu entwickeln, indem letztere an die Stelle des erstern treten, und dasselbe gleichsam präcipitiren. Es ist nun die Aufgabe, eine vollständige Reduktion des Oxyds bei der möglichst niedrigsten Temperatur zu bedingen. Die Schmelzbarkeit der sich bildenden Schlacke muſs daher mit der Reducirbarkeit im Verhältniſs stehen. Schlacken, *laitiers*, *scories*, *slags*, sind Glasmassen, Verbindungen von Kieselsäure mit verschiednen Basen, sowohl Erden, als leichter reducirbaren Metalloxyden, bald leichter, bald schwerer schmelzbar, je nach ihrer Mischung; Mangan-, Eisenoxydul gehen im Ueberschuſs mit Kieselerde verbunden, leichtflüssige Schlacken, eine solche ist die Eisenfrischschlacke. Eine leichtflüssige Beschaffenheit der Schlacke kann an sich keinen Beweis von dem vollständigen Erfolg der Schmelzbarkeit ab-

geben, denn es kann der Fall sein, dafs sie ihre Leichtflüssigkeit dem Metalloxyd verdankt, dessen Reduktion Zweck der Arbeit ist. Anders verhält es sich mit der schwerschmelzbaren, die nur unvollkommen verglast sich zeigt, sie deutet stets einen grofsen Metallverlust an, theils weil die Beschickung zu strengflüssig gewählt, theils weil zu starke Erzsätze gegen die Kohlensätze angewendet worden. Die Temperatur entscheidet über den Erfolg der Reduktion, und letztere wird bei der einen, wie bei der andern Beschickung erfolgen, wenn dieselbe bis zu einem ihr angemessenen Temperaturgrad erhitzt wird. Erden und andere Metallbasen sind ohne Kieselerde ungemein strengflüssig, zum Theil ganz unschmelzbar, deshalb ist es nothwendig, Kieselerde enthaltende Fossilien als Flüsse zuzuschlagen. Die Erfahrung lehrt ferner, dafs die neutralen kiesels. Erden meist leichter schmelzen, als basisch und saure kiesels. Salze, dafs verschiedne mit einander verbundne kiesels. Salze in der Regel bei einer geringern Hitze schmelzen, als einfache Silikate.

Bei einigen Schmelzprozessen ist das erste Produkt der Schmelzung der Erze nicht Metall sondern Schwefelmetall. Man bedient sich des Schwefels als eines Mittels das Metall zu sammeln, gewöhnlich des Schwefelkieses, welcher dann einen Theil der Beschickung ausmacht. Der Schwefel ist ein vorzügliches Mittel die Verschlackung des Metalls zu verhindern, und die kleinen Körnchen von reducirtem Metall aufzunehmen. Man nennt die erste Schmelzarbeit, welche man mit den Erzen in der Absicht vornimmt, den ganzen Metallgehalt derselben als Schwefelmetall zu gewinnen, die Roharbeit, *fonde crue*, das Produkt Stein, Lech, *matte*. Der Stein ist als das von der Bergart befreite Erz anzusehen, in welchem fast der ganze Metallgehalt concentrirt sich befindet. In den mehresten Fällen werden die bei der Roharbeit gefallnen Steine dem Rösten unterworfen, wobei viel Eisen oxydirt wird, (das Nähere namentlich beim Blei und Kupfer). Die Steine enthalten oft sehr verschiedne Schwefelungsstufen der Metalle, und zwar solche, die sonst noch nicht isolirt dargestellt worden sind. Der bei der Roharbeit fallende Stein enthält, wenn vorher nicht geröstet worden, das Metall fast mit eben so viel Schwefel verbunden, als das Erz; die später fallenden Steine hingegen sind niedere Schwefelungsstufen. Speisen nennt man bei den Hüttenprozessen fallende Legirungen von Arsenik oder Spiefsglanz mit Metallen, in welchen jene den Schwefel ersetzen (Kobaltspeise). Bei einigen Erzen, die viel Arsenik und Antimon enthalten, gewinnt man durchs Schmelzen aufser den Schlacken 3 Produkte, Metall, Speise und Stein, nach ihrem specif. Gewicht übereinander abgelagert.

Das Specielle über das Ausbringen der einzelnen Metalle siehe bei diesen.

Erstes Kapitel.

Vom Kalium.

Kalium, *Potassium* (K), entdeckte 1807 *Davy* mittelst der *Volta*schen Säule; er zerlegte Aetzkali (Kaliumoxydhydrat), wo-

bei sich das Metall am — Pol in kleinen Kügelchen sammelte. Nimmt man Quecksilber zu Hülfe, indem man in ein Stück Aetzkali eine Grube macht, und einen Tropfen Quecksilber hineinfüllt, letzteres mit dem — Pol verbindet, so erhält man Kaliumamalgam, welches das Wasser mächtig zersetzt. *Gay-Lussac* und *Thénard* stellten das Kalium zuerst in gröſsern Quantitäten auf chemischem Weg durchs Glühen von Aetzkali mit Eisendrähten in einem Flintenlauf dar, wozu ein eigner Ofen konstruirt wurde. Da jedoch dieses Verfahren kostspielig war, so versuchte man auf einem wohlfeilern Weg zum Ziel zu gelangen; *Brunner* lehrte schwarzen Fluſs (kalcinirten rohen Weinstein, d. i. kohlens. Kali mit eingemengtem Kohlenstoff) mit einem Zusatz von $\frac{1}{10}$ Holzkohle in geschmiedeten eisernen Cylindern (Quecksilberlegeln) zu zersetzen. Der hiezu erforderliche Ofen ist sehr einfach, die Ausbeute ergiebiger, nur erhält man das Kalium mit Kohlenstoff verbunden, von welchem es durch eine Destillation, am sichersten aus einer ähnlichen schmiedeeisernen Retorte, gereinigt werden kann.

Erklärung des Prozesses. Wenn kalcinirter Weinstein in eisernen Geräthen mit eiserner Ableitungsröhre geglüht wird, so wirkt der Kohlenstoff reducirend aufs Kali, es entstehen: Kohlenoxyd-, kohlens. Gas, Wasserstoffgas und Kaliumdämpfe, welche durch die angefügte kurze Röhre in die mit rektificirtem Steinöl gefüllte Vorlage dringen und sich hier in kleine Kugeln kondensiren. Auſserdem bilden sich noch bei diesem Prozeſs: Sauerkleesäure, Krokonsäure, eine noch nicht genau gekannte schwarze, unschmelzbare Masse, welche die Ableitungsröhre verstopft, und deshalb herausgebohrt werden muſs, soll der Prozeſs nicht unterbrochen werden; ferner ein Kalium enthaltendes Gas (Kaliumwasserstoffgas, ob eine chemische Verbindung, oder bloſse Mengung?).

Abbildung der Oefen, um nach *Thénard's* und *Brunner's* Methode Kalium darzustellen, findet man in *Berzelius's* Lehrbuch der Chemie Bd. 2. S. 283.

Das Kalium ist zinnweiſs, stark glänzend, spec. Gewicht 0,865 bei 15°, bei 0° ist es fest, spröde, bei + 20° weich wie Wachs, dehnsam, geschmeidig, bei 58° flüssig, verdampft vor der Rothglühhitze in grünen Dämpfen, läſst sich destilliren, muſs in rektificirtem Steinöl, welches keinen Sauerstoff enthält, aufbewahrt werden. An der Luft oxydirt es sich sehr schnell, verliert den Metallglanz, zersetzt das Wasser sehr kräftig, wobei es sich entzündet und mit einer röthlichen Flamme verbrennt (Wasserstoff und Kalium brennen), Kali erzeugend, welches sich im Wasser auflöst. (Wenn das Verbrennen aufhört, erfolgt oft eine kleine Explosion, wobei Kali umhergespritzt wird.) Kalium hat unter

allen Körpern die gröſste Verwandtschaft zum Sauerstoff, reducirt fast alle oxydirten Stoffe, oft unter Lichterscheinung, dient daher auch die Metalle einiger Erden, Bor, Kiesel darzustellen, zur Analyse des Kohlenoxydgases etc.

Kalium giebt mit Sauerstoff 3 Verbindungen, von denen nur eine eine Base ist.

1) Kaliumsuboxyd, ($\dot{K}$), grau, verbrennt erwärmt an der Luft, zersetzt das Wasser ohne sich zu entzünden, enthält 90,74 Kal. und 9,26 Sauerst.

2) Kaliumoxyd, ***Protoxide de Potassium, Protoxyd of Pot.***, Kali, ***Potasse, Potassa***, (Pflanzenlaugensalz, vegetabilisches Alkali), ($\dot{K}$), kommt im Mineral-, Pflanzen- und Thierreich, an verschiedne Säuren gebunden, vor, als an Schwefel-, Phosphor-, Salpeter-, Kiesel-, Sauerklee-, Weinsteinsäure u. a. m. Mehrere in der Technik angewendete Fossilien enthalten Kali, als Feldspath, Glimmer, Basalt, Klingstein, Granit u. a., welche dadurch die Eigenschaft besitzen zu schmelzen und zu verglasen.

Das reinste Kali, frei von Hydratwasser, kann nur durchs Verbrennen des Kaliums in trockner Luft, oder Sauerstoffgas dargestellt werden, denn man kennt keine Methode, das Kalihydrat vom Wasser zu befreien. Es besteht aus: 83,05 Kal. und 16,95 Sauerst. Eine Verbindung des Kaliumoxyds mit Wasser ist das Kalihydrat, Aetzkali. Um dasselbe rein darzustellen, dient das reinste kohlens. Kali; man löst es in einem silberplattirten Kessel mit 10 bis 12 Theilen destillirten Wasser auf, und setzt nach und nach 1 bis 1½ Theile frisch gebrannten Marmor, welcher zu Hydrat gelöscht worden ist, hinzu, währenddem die Flüssigkeit im Kochen erhalten wird. Hiebei tritt durch einfache Wahlverwandtschaft die Kohlensäure an den Kalk, es bildet sich kohlens. Kalk, und das ätzend gewordne, von der Kohlensäure befreite, Kali löst sich in der Flüssigkeit auf. Nach Versuchen von *Liebig* darf man nie weniger als 4 Theile Wasser anwenden, weil sonst das Kali die Kohlensäure nicht verliert, der Kalk das Kalisalz nicht zersetzt, sondern umgekehrt das ätzende Kali den kohlens. Kalk.

Die Probe, ob alles Kali von Kohlensäure völlig befreit ist, besteht in folgendem: Es wird ein wenig von der Flüssigkeit abfiltrirt, und das Durchfiltrirte schnell in ein Glas geschüttet, in welchem verdünnte Schwefelsäure sich befindet, oder auch in Kalkwasser; im ersten Fall wird sich ein Aufbrausen zeigen, im letztern ein weiſser Niederschlag, wenn noch kohlens. Kali übrig ist. Ist dies der Fall, so setzt man noch etwas Kalkhydrat hinzu, kocht wieder und wiederholt obige Probe, bis man sich überzeugt, daſs kein kohlens. Kali mehr übrig ist. Man kann aber auch zu viel Kalk hinzusetzen, dann löst sich ein klein wenig Kalk in der Lauge auf, welches man durch einen Zusatz von kohlens. Kali entdecken kann.

Darauf wird die Flüssigkeit in einem gut verschloſsnen Gefäſs zum Klären hingestellt, das Trübe durch einen aus gebleichter Leinwand gefertigten Beutel durchgeseiht, der Rückstand von kohlens. Kalk wohl mit destillirtem Wasser abgespühlt, um die anhängende Kalilauge zu gewinnen; sämmtliche Flüssigkeiten werden sodann vermischt, in einem silberplattirten Kessel schnell abgedampft und dann nochmals zum Klarabsetzen hingestellt, hierauf aber die klare Lauge abgegossen und so weit eingedampft, daſs die dickflüssige Masse beim Erkalten gesteht. Diese Masse schmelzt man dann in einem silbernen Tiegel vorsichtig, um alles hygroskopische Wasser zu entfernen. Das Kalihydrat muſs sogleich in abgetrocknete und erwärmte Gläser mit luftdichtem Verschluſs gebracht werden. (Silberne Geräthe sind deshalb nöthig, weil dieses Metall von dem Kali nicht angegriffen, und dadurch ein völlig reines Kali gewonnen wird; Platin wird aber angegriffen). Wo es auf einen mehr oder minder bemerklichen Gehalt an fremden Salzen im Kalihydrat nicht ankommt, kann man zur Bereitung desselben gereinigte Pottasche, gebrannten Kalk und blanke eiserne Kessel anwenden. Setzt man zur mäſsig concentrirten Lauge dieser Art starken Alkohol und läſst einmal aufkochen, füllt dann die Flüssigkeit in verschloſsne Gefäſse, so scheidet derselbe die fremden Salze vom Kali ab, indem letzteres sich im Alkohol auflöst, und die erstern, in der Flüssigkeit gelöst, von dem letztern sich trennen. Wenn man dann die alkoholische Kalilösung vorsichtig von der Salzauflösung abhebt und verdunstet, so gewinnt man ein ziemlich reines Kalihydrat, ***Potasse à l'alcool,*** welches nur noch etwas Chlorkalium und kohlens. Kali, letzteres durch Zersetzung eines Theils Alkohol entstanden, enthält. Wendet man dagegen keinen Alkohol an, so enthält das Kalihydrat die fremden Salze beigemengt, welche die Pottasche enthielt.

Das Kalihydrat, ***Hydrate de Potasse***, ***Hydrat of P.***, Aetzkali, ***Potasse à la chaux***, ***Caustic Potash***, ***dry Potassa***, (Aetzstein, ***Pierre à cautère***), ($\dot{K}\dot{H}$), ist eine weiſse, spröde feste Masse, specif. Gewicht 1,708, schmilzt unter der Rothglühhitze, verdampft bei höhern Hitzgraden in weiſsen, ätzenden Dämpfen, zerflieſst auch an der Luft und zieht Kohlensäure an, löst sich leicht in Wasser und Alkohol auf, giebt mit Oelen und Fetten in Wasser lösliche weiche Seifen, auch so mit Wachs und Harzen, löst Schwefel, einige Schwefelmetalle (Schwefelarsenik, Schwefelantimon etc.), Kieselerde, Thonerde und mehrere audere Basen auf, zerstört thierische Gebilde, wie Haare, Wolle, Seide, Horn, Haut etc., macht die letztere so weich und schlüpfrig, daſs sich dieselbe fettig anfühlt. Es besteht aus: 84 Kali und 16 Wasser.

Aetzkalilauge, (Seifensiederlauge), ***Lessive caustic, Caustic***

Digitized by Google

ley, **ist eine Auflösung von Aetzkali in Wasser. Die reinste Kalilauge ist farblos, oder blaſsgelb, specif. Gewicht verschieden, wie beifolgende Tabelle nachweist; sie besitzt einen eignen unangenehmen Geruch, höchst ätzenden Geschmack, scheidet im concentrirten Zustand in der Kälte farblose Oktaëder, dünne Tafeln ab, welche 30% Wasser enthalten sollen. Die Lauge muſs ebenfalls, aus den angegebnen Gründen, vor Luft geschützt aufbewahrt werden. (Wenn man Lauge in Glasflaschen aufbewahrt, so setzt sich oft der Glaspfropf sehr fest ein; dagegen hilft Betalgen desselben.)**

Tabelle

über den Gehalt einer Aetzkalilauge an Aetzkali, nach *Richter.*

Specif. Gew.	Kaliprozente.	Specif. Gew.	Kaliprozente.	Specif. Gew.	Kaliprozente.	Specif. Gew.	Kaliprozente.	Specif. Gew.	Kaliprozente.
1,58	53,06	1,46	42,31	1,34	32,14	1,22	23,14	1,10	11,28
1,56	51,58	1,44	40,17	1,32	30,74	1,20	21,25	1,08	9,20
1,54	50,09	1,42	37,97	1,30	29,34	1,18	19,34	1,06	7,02
1,52	48.46	1,40	35,99	1,28	27,86	1,16	17,40	1,04	4,77
1,50	46,45	1,38	34,74	1,26	26,34	1,14	15,38	1,02	2,44
1,48	44,40	1,36	33,46	1,24	24,77	1,12	13,30	1,00	0,00

Aetzkali und Aetzlauge dienen zum chemischen Gebrauch bei Analysen von Mineralien, als Auflösungs- und Fällungsmittel; Kalilauge löst auf Thonerde, Beryllerde, Zinnoxydul und Oxyd, Zink-, Bleioxyd, (Antimonsäure, antimonige Säure, Antimonoxyd). Man bedient sich derselben zum Bleichen, Seifesieden, in der Färberei Kattundruckerei u. s. w. Zu diesem Behuf wird die Kalilauge auf folgende Weise dargestellt.

a) Bereitung der Seifesiederlauge aus Asche und Kalk; Darstellung des Aeschers. Man bringt gesiebte Holzasche, am besten von Büchenholz, auf einen mit Flieſsen belegten Fuſsboden und feuchtet sie mit Wasser an, setzt dann nach Maſsgabe des Kaligehalts der Asche, (siehe bei dem Artikel „Pottasche" das Nähere über die Prüfung), etwa 8 bis 10% gebrannten Kalk hinzu und formt aus der Asche einen kegelförmigen Haufen, legt den zerschlagnen Kalk hinein, bedeckt dann denselben, nachdem man ihn mit ungefähr ⅓ seines Gewichts Wasser besprengt hat, mit Asche, so daſs der Kalk ringsherum im Aschenhaufen eingeschlossen ist. Hat sich der Kalk gelöscht, ist er zu einem staubartigen Hydrat geworden, so wird der Haufen auseinander geschaufelt, gemengt und in das Aescherfaſs, ***barquieu,*** **gebracht. Dieses hat eine konische Form, nach unten zu verjüngt, mit doppelten Boden, theils aus Kiefern-, Buchen-, oder Eichenholz, welches vor dem ersten Gebrauch tüchtig**

ausgebrüht, besonders mit Kalkmilch behandelt werden muſs, um den Extraktiv- und Gerbstoff, welche die Lauge färben würden, auszuziehen, theils aus Guſseisen, unstreitig die brauchbarsten und dauerhaftesten. Ueber den durchlöcherten Boden wird Stroh gelegt, und das Gemeng von Asche und Kalk darüber geschüttet, festgestampft, das Aescherfaſs nicht völlig gefüllt, der Aescher mit Stroh bedeckt.

Man gieſst, bei verschloſsnem Hahn, Regen- oder Fluſswasser auf, und zwar so viel, daſs es einige Zoll hoch über der Oberfläche des Aeschers steht, deckt das Faſs zu. Nach 24 Stunden öffnet man den Hahn, und läſst die klare Lauge ab, welche 20 bis 25$^{0}_{0}$ Kali enthält, und Feuerlauge, stärkste L., heiſst. Man gieſst dann, bei verschloſsnem Hahn, wieder Wasser auf, verfährt wie vorher, und erhält nun eine schwächere Lauge, Abrichtelauge, Mittellauge, von 8 bis 10$^{0}_{0}$; sodann auf dieselbe Art die schwache Lauge, Verbindungsl. von 3 bis 4$^{0}_{0}$ Gehalt, welche zur Verdünnung der Feuerlauge angewendet wird. Die ganz schwache Beilauge wird statt Wasser auf einen neuen Aescher geschüttet. Der ausgelaugte Aescher, *soape-waste*, enthält noch ein wenig Kali, ätzenden, kohlens. und kiesels. Kalk, wird theils als Dünger für thoniglehmigen Boden, saure Wiesen benutzt, theils in Glashütten zu Kalk- oder Kreideglas, in Salpeterhütten. Zum Aufbewahren der verschiednen Laugen hat man eigne Laugenbehälter aus Holz, oder besser aus Guſseisen, auch gemauerte Cisternen, welche unter den Aescherfässern in die Erde versenkt angebracht und zugedeckt werden müssen. — Eine so bereitete Lauge sieht wegen des aufgelösten Extraktivstoffs aus dem nicht völlig verbrannten rückständigen Holz, aus dem Holz der Aescherfässer, braun aus; sie enthält vielerlei Salze aufgelöst, und zieht aus der Luft Kohlensäure an, was nie zu vermeiden ist. Eine desfallsige Prüfung wird mit Kalkwasser angestellt.

b) Bereitung der Lauge aus Pottasche und Kalk. Oft wird die Pottasche mit Holzasche gemengt zur Darstellung der Lauge angewendet, wodurch sie lockerer wird, und sich leichter auslaugen läſst. Die Menge des Kalks richtet sich nach der Güte der Pottasche, d. h. nach dem Gehalt an kohlens. Kali, und nach der Menge der Asche, die zugesetzt wird; man rechnet im Durchschnitt 2 Theile Pottasche und 1 Theil Kalk (das Genauere hierüber bei der Pottasche). Das Verfahren ist im Allgemeinen ganz gleich; die Pottasche wird zerklopft, mit Asche gemengt, in dem angefeuchteten Gemeng der Kalk gelöscht und sodann ausgelaugt.

Zum Behuf des Bleichens bereitet man die Lauge ohne Asche also: man setzt zu einer bestimmten Menge Pottasche den zur Bereitung der Lauge nöthigen gebrannten Kalk in kleinen Stücken hinzu, mengt alles wohl unter einander, und setzt anfänglich nur

so viel Wasser hinzu, als zum Löschen des Kalks nöthig ist. Indem nun letzter sich löscht, entbindet er die zur Beförderung des chemischen Prozesses nöthige Wärmemenge; darauf fügt man noch so viel Wasser allmälig hinzu, daſs die ganze Menge des Alkalis aufgelöst ist. Nach öfterm Umrühren läſst man endlich klar absetzen, zapft die Lauge vorsichtig vom Bodensatz ab, und spühlt letztern so lange mit Fluſs- oder Regenwasser ab, als das Wasser noch Kali enthält. Den Kalkrückstand, ein Gemeng von Aetzkalk und kohlens. Kalk, benutzt man zum Mörtel bei Fundamentmauern und Abputz.

Prüfung der Stärke der Laugen. Eine empirische Probe ist die Geschmacksprobe, nur bei schwächern anwendbar; die Fingerprobe, ob sich die Lauge mehr oder minder fettig anfühlt; die Eiprobe, ob ein Ei auf der Lauge schwimmt oder sinkt, wie tief es beim Schwimmen eintaucht. Alle diese Proben sind sehr ungewiſs. Man bedient sich zur genauern Prüfung sowohl einer eigens dazu angefertigten Senkspindel, Alkalimeter, Laugemesser, oder einer chemischen Methode der Neutralisation mit Säuren. Was die Senkspindel betrifft, so gewährt sie darum keine Genauigkeit, weil man sich bei der Anfertigung der Prozentenskala des reinen Kalihydrats und destillirten Wassers bediente, Salze, Thon-, Kalk- in einer rohen Lauge aber auſser dem Kalihydrat noch verschiedne und Kieselerde, Extraktivstoff etc. aufgelöst sind, welche auf die Dichtigkeit derselben ihren Einfluſs gleichfalls ausüben, so daſs eine Lauge, in welcher das Instrument 20$^0_0$ andeutet, keineswegs 20$^0_0$ enthält, sondern nur einschlieſslich der fremden Materien 20$^0_0$; wie viel kommt aber auf letztere? Dieser Fehler der Ungenauigkeit wird bei schwachen Laugen noch merklicher, als bei concentrirten, da diese viel fremde Stoffe enthalten können. Dennoch bedient man sich zu relativen Vergleichungen der verschiednen Stärken der Laugen dieses Laugemessers, auch wohl des *Baumé*schen Instruments.

Genauere und zuverlässigere Resultate gewährt das andere Verfahren, die Menge des in einer Lauge enthaltnen Kalis durch die zur Neutralisation desselben erforderliche Menge Säure zu erfahren. *Home* schlug im vorigen Jahrhundert zuerst ein solches Verfahren ein, welches *Vauquelin, Descroizilles*, *Gay-Lussac* weiter verfolgten und zur Erreichung der genausten Resultate ausbildeten. (Das Ausführlichere hierüber bei dem Artikel „Pottasche" Seite 296.)

Verfahren, um eine beim Bleichen gebrauchte Lauge wieder anwendbar zu machen. *Berthollet* rieth sie abzudampfen und die feste Masse zu kalciniren. Aber wo hätte ein Bleicher Geräthschaften und Raum zu solchen Arbeiten? Folgendes Verfahren ist aber ausführbar. Man setzt

zu diesen Laugen, welche Farbstoff, Extraktivstoff enthalten, so lange gebrannten Kalk hinzu, welcher jene Stoffe niederschlägt, bis eine abfiltrirte Probe mit Schwefelsäure neutralisirt keine Flocken niederschlägt. Die so wieder erhaltne Lauge ist allerdings schwächer, als die erste war, weshalb man sie zu den ersten Operationen mit starker vermischt verwenden muſs; auch ist sie etwas gelb gefärbt, und enthält Kalk aufgelöst.

3) Kaliumüberoxyd, eine pomeranzengelbe Materie, löst sich im Wasser unter Entweichen von Sauerstoffgas auf, indem es zum Kaliumoxyd zurückgebildet wird. Es besteht aus 62,0 Kal. und 38,0 Sauerst. — Kohlenstoffkalium, eine schwarze, kohlige Masse, schwerer als Wasser, entbindet, mit letzterm in Berührung, Kohlenwasserstoffgas, giebt durch Destillation das Kalium ab.

Kalium giebt 5 verschiedne Verbindungen mit Schwefel.

a) Einfach Schwefelkalium, *Sulfure de Potassium, Sulphuret of P.* ($\dot{K}$), durch Zersetzung des schwefels. Kalis mittelst Kohlenpulver oder Wasserstoffgas in der Glühhitze erhalten. Dunkelzinnoberroth, löst sich leicht in Wasser und Alkohol, und ist mit fein zertheilter Kohle innig gemengt ein gefährlicher Pyrophor, vergl. Seite 93 und das beim Pulver zu Sagende. Es besteht aus 70,89 Kal., und 29,11 Schwefel, löst Schwefelarsenik, Schwefelantimon auf, verbindet sich mit Schwefelwasserstoff zu dem sogenannten hydrothionsauren Kali, *Hydrosulfate de Potasse, Hydrosulphuret of P.,* ($\dot{K}\dot{H}$), welches man aus Schwefelkalium + Schwefelwasserstoff gebildet betrachtet. Bringt man dieses Salz, oder das vorher genannte Schwefelkalium, ins Wasser und eine Säure dazu, so wird Schwefelwasserstoffgas entbunden, und die Säure giebt mit dem entstandnen Kali ein Salz.

b) Zweifach Schwefelkalium, *Bisulfure de Pot., Bisulphuret of P.,* (KS_2), durch Reduktion des zweifach schwefels. Kalis mit Kohle; es besitzt eine pomeranzengelbe Farbe, wird in Wasser gelöst durch eine hinzugefügte Säure zersetzt, es fällt Schwefel nieder (Schwefelmilch), und Schwefelwasserstoffgas wird entbunden. Es besteht aus 54,91 Kal. und 45,09 Schw.

c) Dreifach Schwefelkalium, *Trisulfure de P., Trisulphuret of P.,* (KS_3), erhält man durchs Zusammenschmelzen von 100 Theilen kohlens. Kali mit 58 Theilen Schwefel; man nennt das Produkt Schwefelleber, *Foie de Soufre alcalin, Liver of Sulphur,* (unrichtig Schwefelkali, *Sulfure de Potasse, Sulphuret of P.* $3KS_3 + \dot{K}\ddot{S}$). Man mengt beide Materien wohl unter einander, und bringt sie in einem Schmelztiegel oder eisernen Topf allmälig zum Schmelzen. Wenn keine Gasentwickelung mehr statt findet, und die Masse durchweg dunkelbraun aussieht, wird sie ausgegossen, und nach dem Erkalten schnell in luftdicht zu verschlieſsenden Gefäſsen aufbewahrt. Hiebei findet folgende Zersetzung statt: $\frac{1}{10}$ des angewendeten Schwefels verbindet sich mit dem Sauerstoff von $\frac{3}{4}$ Kali zu Schwefelsäure, welche mit dem übrigen $\frac{1}{4}$ unzersetzten Kali schwefels. Kali bildet; die Kohlensäure entweicht. Das aus $\frac{3}{4}$ Kali frei gewordne

Kalium verbindet sich mit $\frac{9}{10}$ des angewendeten Schwefels zu Schwefelkalium, welches, mit dem schwefels. Kali vermischt, die Schwefelleber darstellt. Hat man weniger als 58 Theile Schwefel angewendet, so bleibt noch etwas unverändertes kohlens. Kali in der Mischung.

Die Schwefelleber ist eine in der Hitze leberbraune, nach dem Erkalten grünlich-gelbe Masse, fest, von muschligem Bruch, frisch bereitet fast geruchlos, zieht aber sehr schnell und mächtig Wasser aus der Luft an, wird feucht, und stinkt in Folge einer eingetretnen Zersetzung des Schwefelkaliums und des Wassers, indem unter Vermittelung der Kohlensäure der Luft Schwefelwasserstoffgas sich entbindet. Sie zieht auch Sauerstoffgas an, dadurch verwandelt sich das Kalium in Kali und der Schwefel in unterschweflige Säure, welche allmälig, unter Absatz von Schwefel, zur schwefligen und Schwefelsäure oxydirt wird. Die Schwefelleber schmeckt bitter, scharf, alkalisch, nach faulen Eiern, löst sich leicht in Wasser zu einer grüngelben Flüssigkeit auf, aus welcher Säuren, unter Entbindung von Schwefelwasserstoffgas, Schwefel niederschlagen. Sie besteht aus: 68,73 Schwefelkalium und 31,27 schwefels. Kali; ersteres enthält in 100 Theilen: 44,80 Kalium und 55,20 Schwefel.

Man bedient sich der Schwefelleber zur Bereitung des Schwefelniederschlags, in der Medicin, zur Scheidung des Arseniks von Nickel, als eudiometrisches Mittel (vergl. vorn Seite 214).

d) Vierfach Schwefelkalium, *Quadrisulfure de P., Q. of P.* (KS_4), enthält 62,16$\frac{0}{0}$ Schwefel.

e) Fünffach Schwefelkalium, *Persulfure de P., Pers. of P.* (KS_5), wird entweder durch Auflösung von Schwefelpulver in heiſser Kalilauge erhalten, oder durchs Zusammenschmelzen von gleichen Gewichtstheilen kohlens. Kali und Schwefelpulver. Diese Art Schwefelleber besitzt eine dunkelbraune Farbe, verhält sich im Allgemeinen wie die unter c, enthält aber $\frac{1}{3}$ Schwefel mehr als voriges, oder 67,25$\frac{0}{0}$.

Chlorkalium, *Chlorure de Potassium, Chloride of P.*, salzsaures Kali, *Hydrochlorate, (Muriate) de Potasse, H. (M.) of P.*, Digestivsalz, (KCl), kommt im Steinsalz, den Salzsoolen, dem Seewasser, in Meergräsern, daher in der Vareesoda, überhaupt in Pflanzen- und Thierstoffen vor. Man gewinnt es bei mehrern technisch-chemischen Prozessen als Produkt, als: auf Salinen aus der Mutterlauge, (in chemischen Fabriken, welche chlors. Kali darstellen), beim Salpetersieden, wo es abgeschieden wird, (*sel de salpêtre*) beim Seifesieden, wo es in der Unterlauge aufgelöst bleibt, (bei der Glasfabrikation als Glasgalle).

Es krystallisirt in Würfeln, schmeckt bitterlich, salzig, specif. Gewicht 1,826, ist luftbeständig, löst sich in 3$\frac{1}{2}$ Th. Wasser von 0°, und weniger als gleichen Theilen heiſsen Wasser auf, bringt beim Auflösen in Wasser gröſsere Abkühlung hervor als Kochsalz, löst sich auch in Weingeist, verknistert im Feuer und verflüchtigt sich in groſser Hitze, besteht aus: 53,0 Kalium und 47,0 Chlor, (nach der ältern Ansicht aus 63,26 Kali und 36,74 Salzs.).

Man

Man bereitet aus der Unterlauge der Seifesieder, welche nach dem Aussalzen der Seife unter der letztern steht, und Chlorkalium, Chlornatrium, etwas Kali und einige andere fremde Kalisalze, unter andern ölsaures Kali, auch Oelsüſs enthält, durchs Abdampfen zur Trockne in eisernen Kesseln eine Salzmasse, welche Seifesiederfluſs oder Fluſs genannt wird. Dieses Produkt sieht, von den verkohlten vegetabilischen Stoffen gefärbt, braunschwarz aus, zieht Wasser an, weil es etwas kohlens. Kali enthält, welches durchs Zerstören des öls. Kalis, und aus dem vorhandnen Aetzkali entstanden ist, stinkt, wird in Glashütten und Alaunsiedereien angewendet. Aber auch die Unterlauge der Seifesieder wird auf Alaunwerken gebraucht, so wie zum Waschen ordinärer Tuche, (zum Einsalzen der Häute) etc.

Das reine Chlorkalium gebraucht man theils zu Frostmischungen, theils zur Bereitung des künstlichen Eises, (1 Theil Chlorkalium in 4 Th. Wasser gelöst bringt eine Temperaturerniedrigung von 11,4° hervor, Chlornatrium dagegen nur von 1,9°), auch hat man daraus kohlens. Kali darstellen wollen. (Ueber die Prüfung des Seifesiederflusses auf den Gehalt an Chlorkalium und Chlornatrium siehe bei letzterm).

Jodkalium, *Jodure de Potassium*, *Jodide of P.*, hydriodsaures Kali, *Hydriodate de Potasse*, *H. of P.*, (KI) findet sich in den Meergräsern, aus denen man die Varecsoda fertigt, daher auch in letzter. Man erhält dasselbe durchs Auflösen von Jod in Kalilauge, bis das Kali neutralisirt ist; hiedurch erzeugt sich, indem $\frac{5}{6}$ Kali Sauerstoff an $\frac{1}{6}$ Jod abtreten, Jodsäure, welche mit $\frac{1}{6}$ Kali, welches unzerlegt geblieben, sich zu jods. Kali verbindet, während $\frac{5}{6}$ Jod mit dem Kalium sich zu Jodkalium vereinen. Die Flüssigkeit, in welcher beiderlei Produkte aufgelöst sind, wird abgedampft, die trockne Salzmasse geglüht, wodurch das jods. Kali unter Entbindung von Sauerstoffgas zu Jodkalium umgewandelt wird. Nach dem Glühen löst man die Masse in Wasser auf und läſst krystallisiren.

Es bildet farblose, durchsichtige Würfel, Oktaëder, Dodekaëder, wird feucht an der Luft, löst sich in $\frac{2}{3}$ kalten Wasser auf, in 6 Theilen Weingeist, schmeckt salzig, scharf, bitterlich, schmilzt in der Hitze und kann verflüchtigt werden, besteht aus 23,69 Kalium und 76,31 Jod, (nach der ältern Ansicht aus: 27,05 Kali und 72,95 Hydriods.). Man bedient sich desselben als Reagens, zur Darstellung von Jodquecksilber und andern Jodmetallen, in der Medicin.

Bromkalium, *Brômure de Potassium*, *Bromide of P.*, hydrobromsaures Kali, *Hydrobrômate de Potasse*, *H. of P.*, (KBr), aus Brom und Kali erhalten, krystallisirt in farblosen Würfeln, schmeckt salzig, verknistert, schmilzt in der Hitze, löst sich in Wasser und Alkohol auf, besteht aus 34,24 Kalium und 65,76 Brom.

Cyankalium, *Cyanure de Potassium*, *Cyanide of P.*, blausaures Kali, *Hydrocyanate*, *Prussiate de Potasse*, *H. Pr. of P.*, (KCy), erhält

man entweder durch unmittelbare Verbindung von Kalium und Cyangas unter Lichtentwickelung, durch Neutralisation des Kalis mit Blausäure, durchs Glühen von Cyaneisenkalium, wobei das Cyaneisen sich zersetzt, nnd Cyankalium unverändert übrig bleibt. Auch gewinnt man es durch Kalcination von kohlens. Kali mit thierischen stickstoffhaltigen Materien, welche frei von Eisen und fremden Salzen sind. (Die Theorie des Prozesses siehe beim „Cyaneisenkalium" in der 2. Abtheilung.)

Es bildet kleine farblose Körner, schmeckt alkalisch, zugleich nach bittern Mandeln, reagirt alkalisch, löst sich leicht in Wasser anf, die Anflösnng zersetzt sich allmälig, rascher beim Erwärmen in kohlens. Kali, blaus. und kohlens. Ammoniak; es besteht aus: 52,54 Kalinm, 35,38 Cyan nnd 12,08 Wasser, (nach der ältern Ansicht aus: 62,05 Kali, 37,95 Blaus.), bildet den einen Bestandtheil im Cyaneisenkalium, oder dem sogenannten blans. Eisenkali.

Schwefelcyankalium, *Sulfocyanure de Potassium*, *Sulphocyanide of P.*, schwefelblausaures Kali, *Hydrosulfocyanate de Potasse*, *H. of P.*, (KCyS). Man schmelzt 2 Theile wasserleeres Cyaneisenkalium mit 1 Theil Schwefel, laugt aus, stellt die Auflösung an die Luft, und fällt durch Kali alles Eisen als Oxyd, filtrirt, dampft ein, und löst die Masse in heiſsem Weingeist auf. Es krystallisirt in farblosen Säulen, welche kühlend, salzig schmecken, an der Luft zerflieſsen, sich in Wasser und heiſsem Weingeist leicht auflösen, in der Wärme schmelzen, nnd aus 36,70 Kalium, 54,86 Schwefelcyan und 8,44 Wasser bestehen, färbt Eisenoxydsalze blutroth. — Flnorkalium, *Fluorure de Potassium*, *Fluoride of P.*, flnſssaures Kali, *Hydrofluate de Potasse*, *H. of P.*, (KF), durch Neutralisation von Kali durch Flnſssäure; krystallisirt schwierig, zerflieſst leicht an der Luft, schmeckt salzig, scharf, alkalisch, reagirt auch also, löst sich leicht in Wasser auf und besteht aus: 67,69 Kalium nnd 32,31 Fluor, (oder nach der ältern Ansicht aus: 70,55 Kali und 29,45 Flnſss.) Das sanre Fluorkalinm, sanres flnſss. Kali, krystallisirt in vierseitigen Tafeln, Würfeln, schmeckt scharf, sauer.

Kohlensaures Kali, (basisch nach der ältern Nomenklatur, neutral nach der neuern), *Souscarbonate de Potasse*, *Subcarb. of Potassa*, Weinsteinsalz, *Sal Tartari*, *Sel de Tartre*, *Salt of Tartar*, (mildes Pflanzenlaugensalz, $\dot{K}\ddot{C}$), kommt nicht in der Natur gebildet vor. Man stellt es auf verschiedne Art dar:

1) aus Weinstein, (saurem weinsteins. Kali). Der rohe Weinstein wird entweder für sich in einer Papiertute, die man etwas anfeuchtet, oder in einem eisernen Schmelztiegel verkohlt, wobei die Weinsteinsäure zerstört wird, Kohle und Kohlensäure sich bilden, welche letztere mit dem Kali sich vereint. Oder man verpufft ein Gemeng von 2 Theilen Weinstein und 1 Theil gereinigten Salpeter in einem glühenden eisernen Tiegel, (irdne sind verwerflich, weil dadurch immer etwas kiesels. Kali entsteht), wobei der Sauerstoff der Salpetersäure sich mit dem Wasser- und Kohlenstoff der Weinsteinsäure verbindet, Wasser und Kohlensäure

erzeugt werden, welche letztere das Kali des Weinsteins und Salpeters neutralisirt. Diese Salzmasse wird darauf mit destillirtem Wasser in blanken eisernen Kesseln gekocht, die Flüssigkeit durchgeseiht, und der Rückstand durch Auskochen mit Wasser völlig erschöpft. Sämmtliche Flüssigkeiten werden dann in einem eisernen oder silberplattirten Kessel abgedampft und zur staubigen Trockne gebracht.

2) Aus essigs. Kali (holzessigs. K.) durchs Kalciniren und Auslaugen; 3) aus doppelt kohlens. Kali durchs Glühen; hiebei entweicht die Hälfte der Kohlensäure. Dieses Verfahren liefert ein sehr reines Produkt.

Das kohlensaure Kali ist eine weiſse, feste Masse, zieht Wasser aus der Luft an, wird schnell feucht, muſs deshalb in luftdicht verschloſsnen Gefäſsen aufbewahrt werden, schmeckt und reagirt alkalisch, löst sich leicht in Wasser, auch in Weingeist etwas auf, krystallisirt aus einer concentrirten Auflösung in rhombischen Oktaëdern, die 20,66% Wasser enthalten, schmilzt nicht ganz leicht, besteht aus: 68,09 Kali und 31,91 Kohlens. (Das zerfloſsne Salz nannte man sonst Weinsteinöl.) Das reine kohlensaure Kali dient in der Chemie zur Präcipitation kohlensaurer Erden- und Metallsalze, zum Aufschlieſsen erdiger Fossilien, zur Bereitung des reinen Aetzkalis u. a. m. — Zum technischen Gebrauch stellt man kohlensaures Kali aus verschiednen Vegetabilien und Pflanzenstoffen dar, in welchen Kali an Pflanzensäuren (Weinstein-, Aepfel-, Citronen-, Gallertsäure) gebunden enthalten ist.

Zu dem Ende verbrennt man das Holz verschiedner Waldbäume, Kräuter zu Asche, laugt dieselbe mit Wasser aus, und dunstet die Lauge zur Trockniſs ein. Die Asche wird entweder in den Feuerungen, wo man Holz brennt, gesammelt, oder man verbrennt in Wäldern das Holz, die Zweige, Blätter, Rinde der Pottasche liefernden Pflanzen in eigens dazu gemachten Gruben, oder Oefen zu Asche, und zwar möglichst vollkommen, so daſs keine Kohlen oder halb verbrannte Holztheile übrig bleiben, gegen Verlust durch Wind gesichert. Die erhaltne Asche brachte man früher zu einem groſsen Theil in den Handel, indem man dieselbe mit Wasser (oder Aschenlauge und einem Zusatz von Kalk) zu einem Teig knetete, trocknete, und einer Glühung in Oefen unterwarf, wodurch es eine feste Masse wurde. Dies ist jetzt minder der Fall, man stellt lieber Pottasche für den Handel dar. — Russische Asche, *Schadrik,* Preuſsische, Polnische, Danziger Blaukrone, Blaubrack, Waidasche, Kaschubasche, *cassoudes, casottes,* (mit Aschenlauge und Kalk bereitet), Schwedische, Pommersche Asche. Die Asche von verschiednen Arten Nuſsbäumen in Nordamerika *(hickories)* ist sehr rein, weiſs, liefert sehr gute Pottasche.

Tabelle

über die Aschengewinnung aus verschiednen Vegetabilien, und den Gehalt der Aschen an in Wasser löslichen und unlöslichen Substanzen. Von *Berthier*.

D. p. J. Bd. 22. S. 150.

Name der Vegetabilien.	Aschenprozente.	100 Theile Asche enthalten: an löslichen Salzen.	an unlöslichen.
Weiſsbuchenholz		18,9	81,1
- buchenkohle	0,0265	17,2	78,9
Rothbuchenkohle	0,0300	16,0	82,0
Eichenkohle	0,0330	15,5	84,5
Eichenholz	0,0250	12,0	88,0
Eichenrinde	0,0600	25,0	75,0
Lindenholz	0,0500	10,8	89,2
St. Lucienholz (Mahaleb)	0,0160	16,0	84,0
Hollunderholz	0,0164	31,5	68,5
Nuſsbaum	0,0157	15,4	84,6
Papiermaulbeerbaum		18,9	81,1
Weiſs -	0,0160	15,0	85,0
desgl.		25,0	75,0
Pomeranzenholz		9,6	90,4
Steineichenholz		7,5	92,5
Birkenholz	0,0100	16,0	84,0
Falsch Ebenholz (Bohnenbaum)	0,0125	31,5	68,5
Kastanienkohle		14,6	85,4
Erlenkohle		18,8	81,2
Tannenkohle		25,7	74,3
desgl.	0,0083	50,0	50,0
Fichtenkohle	0,0124	13,6	86,4
Weitzenstroh	0,0440	19,0	81,0
Getr. Kartoffelkraut	0,0150	4,2	95,8
Rainfarrnkraut		29,0	71,0
Tabakwurzel		12,3	

Tabelle

über die Aschengewinnung aus verschiednen Vegetabilien. Nach *Karsten*.

A. f. B. u. H. Bd. 12.

Die Kohle folgender Hölzer giebt von 100 Theilen:

	Asche		Asche
von jungem Eichenholz	0,15	**von jungem Rothbuchenh.**	0,375
- altem -	0,11	**- altem -**	0,40

	Asche		Asche
von jungem Weiſsbuchenh.	0,32	von jungem Tannenholz	0,225
- altem -	0,35	- altem -	0,250
- jungem Ellernholz	0,35	- jungem Kiefernholz	0,120
- altem -	0,40	- altem -	0,150
- jungem Birkenholz	0,25	- Lindenholz	0,40
- altem -	0,30	- Roggenstroh	0,30
- jungem Fichtenholz	0,15	- Farrenkrautstroh	2,75
- altem -	0,15	- Rohrstengeln	1,70

Die in der Asche sich vorfindenden auflöslichen Bestandtheile sind: kohlens., schwefels., salzs., phosphors., kiesels. Kali und Natronsalze; der unauflösliche Rückstand enthielt: kohlens., phosphors. Kalk, Kieselerde, Eisenoxyd und Manganoxydul, kohlens. Magnesia. Kali und Natron stammen aus den Gebirgsmassen, dem zerstörten Granit, Basalt u. a. her, die phosphors. Salze aus dem Humus, welcher aus abgestorbnen Pflanzen entstanden ist. — *Sprengel* über die feuerbeständigen Bestandtheile der kultivirten Holzarten in E. J. Bd. 13. S. 382.

Soll aus der Asche Pottasche gezogen werden, was in den Pottaschesiedereien geschieht, so wird also verfahren. Man wählt besonders die Asche der festen Hölzer aus, welche mehr Pottasche liefern, als die der weichen, bringt dieselbe in Laugefässer mit doppelten Boden, über deren durchlöcherten obern Stroh ausgebreitet ist, feuchtet dieselbe an und stampft sie fest ein. Darauf laugt man anfangs mit kaltem, dann mit heiſsem Wasser aus, bis alle salzigen Bestandtheile ausgezogen, und die Asche erschöpft ist. Dies läſst sich mit Ersparniſs an Zeit am vortheilhaftesten so anstellen, daſs die Laugefässer terrassenartig über einander stehen, so daſs man die schwache Lauge des obern auf ein unteres Faſs zapft, bis die Lauge gehörig concentrirt und siedewürdig geworden, und wenigstens 20% Pottasche nach dem Aräometer enthält. Darauf bringt man die siedewürdige Lauge in eiserne Vorwärm- und Siedepfannen und dampft ab, während neue Lauge aus einem Behälter hinzugelassen wird. Ist die sämmtliche Flüssigkeit von Syrupsdicke, so läſst man keine Lauge mehr zu, sondern dampft bis zur Trockniſs ein; das Produkt heiſst **rohe Pottasche**, (Pottaschenfluſs, Ochras), *Salin, black salt.* Es ist eine braune Salzmasse, zerflieſst an der Luft, enthält noch unverbrannte vegetabilische Bestandtheile, die durchs Auslaugen aus der Asche sich aufgelöst hatten. Man bringt diese rohe Pottasche nicht in den Handel, gebraucht sie aber in Glashütten und Salpetersiedereien. Die ausgelaugte Asche, *charrée, cendres lessivées,* dient als Dünger für lehmigen Boden, feuchte Wiesen, und wird auch an die Glashütten zur Darstellung des grünen und schwarzen Glases verkauft.

Das Kalciniren der rohen Pottasche geschah ehedem in eiser-

nen Töpfen, Potten, woher der Name Pottasche, jetzt aber in eignen Kalcinirōfen (Flammöfen), deren Heerd 10 bis 12 Fuſs lang, und 4 bis 5 Fuſs breit ist; am einen Ende ist eine Rostfeuerung, am andern der Rauchfang, an der Seite ist unter dem Gewölbe eine Oeffnung zum Einbringen der rohen Pottasche, mit Schieber zu verschlieſsen, eine andere am Schornstein, um die kalcinirte Masse aus dem Ofen zu nehmen. Man setzt bei obigen Dimensionen 4 bis 500 Pfund ein, verstärkt das Feuer allmälig, arbeitet die Masse mit eisernen Haken durch, bis keine kohligen Ueberbleibsel mehr zu bemerken sind, und das Ganze in Dickfluſs gekommen ist. Durchs Kalciniren verliert die rohe Pottasche 20 bis 25$\frac{0}{0}$ am Gewicht, es entweicht Wasser, die unverbrannten Pflanzenstoffe werden verbrannt, und etwas Kohlensäure ausgetrieben, wodurch ein Theil Kali ätzend wird; die Metalloxyde, welche in der rohen Pottasche als kohlensaure Salze vorhanden waren, oxydiren sich zu höhern Oxyden und färben die Masse. Ist die Hitze zu groſs, so wird selbst Kali verflüchtigt.

Die Pottasche, *Potasse*, *Potash*, ist eine feste Masse, theils von weiſser Farbe, ein wenig bläulich, Perlasche, *Perlasse*, *Perl-ash*, theils mit bläulichen und grünlichen Flecken, von Manganoxyd herrührend (Danziger Pottasche, Russische P.), theils röthlich, von Eisenoxyd und einem geringen Antheil Schwefelkalium, wie die Nordamerikanische Pottasche. Sie muſs trocken, in gröſsern Stücken, in gut gebundnen Fässern verpackt sein. Die Farbe ist kein sicheres Kennzeichen der Güte und Brauchbarkeit einer Pottasche, denn dieselbe ist theils zufällig, von der Oertlichkeit, dem Klima, dem Boden, auf welchem die Hölzer wuchsen, abhängig, theils von dem Verfahren, ob stärker oder schwächer kalcinirt wurde, theils wird auch künstlich, für unerfahrne Käufer, eine Färbung bedingt. Die Güte einer Pottasche, so wie die der Asche, liegt in dem Gehalt an Kali- (und Natron-)salzen; je nachdem sie zu dem einen, oder dem andern Zweck angewendet werden soll, kommt es theils mehr auf das kohlens. Kali allein, wie bei der Anwendung zum Seifesieden, Bleichen, Färben, oder überhaupt auf den Gesammtgehalt an Kali- und Natronsalzen an, wie bei der Glasfabrikation. (Hiervon weiter unten das Ausführlichere.)

Nicht alle Pflanzen liefern gleichviel Pottasche. Je saftreicher eine Pflanze, desto mehr wird sie Pottasche liefern, denn nur im Saft sind die pflanzensauren Kalisalze enthalten, die durchs Verbrennen in kohlens. Kali übergehen. Im Allgemeinen geben die krautartigen Pflanzen mehr als Sträucher, diese mehr als Bäume, Zweige, Blätter mehr als Stammholz. Auch kommt es auf das Alter der Bäume an, ob sie abgestorben, oder in voller

Digitized by Google

Kraft, ob sie auf feuchtem, sumpfigem, oder trocknem Boden gewachsen, ob das Holz lange im Wald der Witterung blosgestellt, vermodert, Floſsholz, oder frisch geschlagen und lufttrocken, denn im ersten Fall sind die kalireichen Pflanzensalze mit dem Extraktivstoff, Gerbstoff etc. ausgezogen.

T a b e l l e
der Ausbeute an Pottasche aus verschiednen Pflanzen als Durchschnittsertrag, nach den Versuchen von *Vauquelin*, *Pertuis*, *Kirwan* und *Saussure*.

Von Tausend Theilen	Pottaschenertrag.	Von Tausend Theilen	Pottaschenertrag.
Fichtenholz	0,45	Trockne Buchenrinde	6,0
Pappelholz	0,75	Farrnkraut	6,26
Klee	0,75	Groſse Binse	7,22
Buchenholz	1,45	Maisstengel	17,50
Eichenholz	1,53	Kuhdistel	19,60
Buchsbaumholz	2,26	Bohnenstengel	20,0
Weidenholz	2,85	Sonnenblumenstengel	20,0
Rüsterholz	3,90	Brennnesseln	25,03
Weitzenstroh	3,90	Wickenkraut	27,50
Rinde von Eichenästen	4,20	Disteln	35,37
Disteln	5,00	Trockne Weitzenstengel	
Wollgras	5,00	vor der Blüthe	47,0
Kleine Binse	5,08	Wermuthkraut	73,0
Weinreben	5,50	Erdrauchkraut	79,0
Gerstenstroh	5,80		

Auch Tabakstengel, Kartoffelkraut, Kastanien und Schalen, Ginster, Heidekraut, Pfriemenkraut, Rainfarrn, Sauerampfer, Wein-, Runkelrübenblätter, Melde u. a. m. liefern Pottasche. *Mollerat* beobachtete, daſs das Kartoffelkraut unmittelbar vor der Blüthe weit mehr, als unmittelbar nachher und später Pottasche liefert.

Ueber den Aschen- und Pottaschenertrag verschiedner Pflanzen, *Boichos* in dem J. d. p. I. Bd. 3. S. 488. — *Dartigues* über den Anbau der P. liefernden Pflanzen. D. p. J. Bd. 6. S. 207. — *Mollerat* P. aus Kartoffelkraut, das. Bd. 21. S. 287. — Ferner Bd. 31. S. 403. W. Z. Bd. 4. S. 399. — *Rogers* über amerikan. P. Bd. 26. S. 366. — *Chevallier* Bd. 48. S. 375. — P. ch. E. Vol. 2. p. 8.

Man verfertigt in der Bourgogne aus dem Weinlager eine Art Pottasche, welche Weinhefenasche, Drusenasche, *Cendres gravelées*, genannt wird. Das Weinlager, *lie de vin*, wird durchs Absetzen gewonnen, in Brode, *pains*, verwandelt, und dann an der Luft und Sonne getrocknet, kalcinirt; man gewinnt 16$\frac{1}{3}\frac{0}{0}$ Pottasche. Dieselbe ist eine leichte, poröse, graulich-weiſse Masse, mit grü-

nen und blauen Flecken; die beste Sorte enthält nach *Chaptal* nur $\frac{1}{16}$ unlösliche Bestandtheile. Dagegen ist die Asche, welche man aus den Weintrestern, Weinkämmen darstellt, Waidasche, viel weniger rein; man gewinnt sie auch in den Rheingegenden. — (Man hat auch aus Mistjauche Pottasche zu bereiten gelehrt.)

Nicht in jeder Sorte Pottasche ist ein gleiches Mengenverhältniſs der auflöslichen und unauflöslichen Stoffe (vergl. vorn Seite 293), auch dürften vielleicht nicht in jeder jene Substanzen sämmtlich zugleich vorkommen. *Vauquelin* hat hierüber vor 40 Jahren Versuche angestellt, und folgende Resultate, die einen sehr relativen Werth haben, erhalten. Es enthielten nämlich 1152 Theile:

Pottaschesorten.	Kali.	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Unlösl. Rückst.	Kohlens. u. Wasser.
Russische	772	65	5	56	254
Amerikanische	857	154	20	2	119
Perlasche	754	80	4	6	308
Triersche	720	165	44	24	199
Danziger	603	152	14	79	304
a. d. Voghesen	444	148	16*)	34	510

Prüfung der Pottasche und Asche auf den Gehalt an kohlensaurem Kali. Die Prüfung kann eine zweifache sein, einmal auf den absoluten Gehalt an kohlens. oder reinen Kali gerichtet, oder eine vergleichende über die relativen Mengen an Kali in verschiednen Sorten.

Zu dem letztern Zweck dient das *Descroizilles*'sche Alkalimeter, ein Glascylinder, 8 bis 9 Zoll hoch, 7 bis 8 Linien weit, oben mit einem umgebognen Rand und Ausguſs versehen, siehe Taf. I. Fig. 35. Vom Boden auf ist das Glas in 100 gleiche Raumtheile, oder Grade, eingetheilt, von denen ein jeder gleich $\frac{1}{2000}$ Liter, oder gleich dem Raum eines $\frac{1}{2}$ Gramme Wasser; die Zahl der Grade ist von oben nach unten steigend. Man füllt den Cylinder mit verdünnter Schwefelsäure, aus 1 Th. conc. Säure und 9 Th. Wasser bereitet, bis an den 0 Strich, so daſs 100 Volum verdünnter Säure darin sind, nimmt von der zu prüfenden Pottasche verschiedne Stückchen, zerreibt sie in einem Porzellanmörser, und wiegt 5 Gramme ab, löst diese in heiſsem destillirten Wasser auf, filtrirt, süſst den Rückstand auf dem Filter sehr sorgfältig aus, und rührt mit einem Glasstäbchen die Flüssigkeit wohl um. Darauf setzt man aus dem Cylinder allmälig von der Probesäure, *liqueur d'epreuve*, hinzu, zuletzt, wenn das Aufbrausen sehr schwach

*) Es ist in den mehresten Angaben statt 16 gewöhnlich 304 gesetzt, was offenbar ein Druckfehler.

wird, tropfenweis, bis die Neutralisation erfolgt ist. Die zur Neutralisation verbrauchte Menge Probesäure findet man durch Besichtigung des Stands der Flüssigkeit im Cylinder; man rechnet ½ Grad weniger, um sicher zu gehen. Will man Asche prüfen, so wiegt man statt 5 Gr. 10 Gramme ab, kocht sie mit destillirtem Wasser einigemal aus, so lange, bis das Wasser nicht mehr schmeckt, und verfährt wie oben, nimmt aber von der erforderlich gewesenen Anzahl Säuregrade nur die Hälfte als entsprechende Zahl an, da man die doppelte Menge Asche in Arbeit genommen.

Descroizilles, *Darcet*, *Blachette* haben mittelst dieses Alkalimeters folgende Sorten Pottasche geprüft und beistehende Resultate erhalten.

Amerikanische Perlasche 1. Sorte	60	bis 63°
- ätzende Pottasche 1. S.	60	- 63°
in röthlichen Stücken		
- Perlasche 2. S.	50	- 55°
- ätzende Pottasche 2. S.	50	- 55°
in grau-weiſsen Stücken		
weiſse Russische Pottasche	52	- 58°
- Danziger -	47	- 52°
blaue - -	45	- 52°
Asche von frischem Holz	8⅕°	
- - Floſsholz	4⅕°	
Kassubenasche	18	- 20°

Descroizilles im D. t. Tom. 1. p. 255. — *W.* Z. Bd. 1. S. 179.

Es leuchtet ein, daſs statt der Eintheilung nach Tausendtheil Liter und französischem Gewicht eine jede beliebige Raumeintheilung in 100 gleiche Volumtheile gewählt werden kann, wenn sie nur zu der Gewichtsmenge der Pottasche in einem passenden Verhältniſs steht.

Da das *Descroizilles*'sche Instrument nur den relativen, nicht den absoluten Gehalt angiebt, dieser aus den Angaben des erstern erst durch Rechnung gefunden werden kann, so verfährt man, um den absoluten Gehalt an Kali zu finden, also. Es ist erfahrungsmäſsig, daſs 100 Theile reines wasserleeres Kali 104 Th. conc. Schwefelsäure neutralisiren. Man wiegt nun 100 Gran Pottasche ab, löst auf, verdünnt 104 Gran conc. Schwefelsäure mit so viel Wasser, daſs ein Cylinder, der in 100 gleiche Volumtheile oder Grade getheilt ist, davon gefüllt wird, (es ist nöthig, daſs die Verdünnung wenigstens mit 8 bis 9 Theilen Wasser geschehe) und schüttet aus diesem in die Pottaschenauflösung. Aus der Menge der verbrauchten verdünnten Schwefelsäure in Graden ergeben sich die Gewichtsprozente des reinen Kalis in der Pottasche, und aus der angefügten Tabelle die Prozente an Kalihydrat, kohlens. Kali etc. — Wären z. B. 60 Grad Probesäure zur Neutralisation erforderlich gewesen, so enthalten 100 Gran Pottasche 60 Gran reines Kali; denn wenn 100 Gran reines Kali 104 Gran conc.

Schwefels., = 100 Grad Probesäure, zur Neutralisation nöthig haben, 100 Gran Pottasche aber nur 60 Grad = 60% von obiger Menge Schwefelsäure, so müssen nothwendig in 100 Gran Pottasche nur 60% der Kalimenge enthalten sein, welche 104 Gran Schwefels. neutralisirt.

Zum Behuf einer solchen Prüfung kann das *Descroizilles*'sche Instrument ebenfalls gebraucht werden, man bereitet nur die Säure so, daſs 104 Th. conc. Schwefels. mit der genugsamen Menge destillirten Wasser verdünnt werden, um den Cylinder bis zu 100 Grad zu füllen; man kann sich dann solche Probesäure im Voraus verfertigen und für vorkommende Fälle sorgfältig aufbewahren.

(Es ist einleuchtend, daſs man auf einem entgegengesetzten Weg den Säuregehalt einer sauren Flüssigkeit bestimmen kann, und zum Theil genauer, als durch Aräometer, auf deren Angaben heterogene Beimengungen nothwendig Einfluſs haben müssen.)

Neuerdings hat *Gay-Lussac* ein Verfahren bekaunt gemacht, auſser Pottasche auch andere Kalisalze auf ihren Kaligehalt zu prüfen, welches aber umständlicher ist, und für ungeübte, oder wenig geübte, Hände viel zu komplicirt. — Zur Prüfung des Kaligehalts im schwefels. Kali dient folgende Verfahrungsweise. Man verfertigt eine Auflösung von Chlorbarytium in destillirtem Wasser in einem solchen Verhältniſs, daſs sie durch ein gleich groſses Volum Probesäure (1 : 10 Wasser) vollkommen zersetzt wird. Zu dem Ende löst man 248,435 Gramme krystallisirtes Chlorbarytium in 1 Liter Wasser auf, specif. Gewicht der Auflösung bei 15° 1,1812. Wiegt man nun 48,07 Gr. Pottasche ab, löst sie in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser auf, nimmt davon $\frac{1}{10}$ (= 50 Kubikcentimeter) mittelst eines graduirten Saugröhrchens, Fig. 19. Tafel I., heraus, setzt chemisch reine Salz- oder Salpetersäure zu, um das kohlens. Kali zu neutralisiren, so daſs selbst von der Säure vorwaltet, und fügt nun aus dem mit Chlorbarytiumauflösung angefüllten Maſsgläschen, Fig. 36. Tafel I., so lange von der letztern hinzu, bis kein Niederschlag von schwefels. Baryt mehr erfolgt, so hat man aus der Zahl der verbrauchten Grade der Auflösung die Prozente an Kali im schwefels. Kali.

Beigefügte Tabelle zeigt die Aequivalente des reinen Kalis, Kalihydrats, kohlen- und schwefels. Kalis und Chlorkaliums; nach derselben kann man leicht berechnen, wie viel kohlen- und schwefels. Kali in einer Pottasche enthalten sind, wenn man den absoluten Gehalt an Kali durch obige Operationen gefunden hat. Die kleinern Tabellen dienen zum bequemern Gebrauch in einzelnen Fällen. Was den Gehalt an Chlorkalium und Chlornatrium in der Pottasche betrifft, siehe unter „Chlornatrium" das Nähere.

Vergleichende Tabelle
über den relativen Gehalt des Kalihydrats, kohlen-, schwefel- und salzsauren Kalis an reinem wasserleeren Kali.
Von *Gay-Lussac.*

D. p. J. Bd. 32. S. 190.

Gewichtsmengen Kali.	Alkalimetrische Grade im Handel.	Kalihydrat.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
1	1,04	1,19	1,47	1,58	1,85
2	2,08	2,38	2,93	3,16	3,70
3	3,12	3,58	4,40	4,74	5,55
4	4,16	4,76	5,87	6,32	7,40
5	5,20	5,95	7,33	7,90	9,25
6	6,24	7,14	8,80	9,49	11,10
7	7,28	8,33	10,27	11,07	12,95
8	8,32	9,52	11,73	12,65	14,80
9	9,36	10,72	13,20	14,23	16,65
10	10,40	11,91	14,67	15,81	18,50
11	11,44	13,10	16,13	17,39	20,35
12	12,48	14,29	17,60	18,97	22,19
13	13,52	15,48	19,07	20,55	24,04
14	14,56	16,67	20,53	22,13	25,89
15	15,60	17,86	22,00	23,71	27,74
16	16,64	19,05	23,47	25,29	29,59
17	17,68	20,24	24,93	26,87	31,44
18	18,72	21,43	26,40	28,46	33,29
19	19,76	22,62	27,87	30,04	35,14
20	20,80	23,81	29,33	31,62	36,99
21	21,84	25,00	30,80	33,20	38,84
22	22,88	26,19	32,27	34,78	40,69
23	23,92	27,38	33,73	36,36	42,54
24	24,96	28,57	35,20	37,94	44,39
25	26,00	29,76	36,67	39,52	46,24
26	27,04	30,96	38,13	41,10	48,09
27	28,08	32,15	39,60	42,68	49,94
28	29,12	33,34	41,07	44,26	51,79
29	30,16	34,53	42,53	45,84	53,64
30	31,20	35,72	44,00	47,43	55,49
31	32,24	36,91	45,47	49,01	57,34
32	33,28	38,10	46,94	50,59	59,19
33	34,32	39,29	48,40	52,17	61,04
34	35,37	40,48	49,87	53,75	62,88
35	36,41	41,67	51,34	55,33	64,73
36	37,45	42,86	52,80	56,91	66,58
37	38,49	44,05	54,27	58,49	68,43
38	39,53	45,24	55,74	60,07	70,28
39	40,57	46,43	57,20	61,65	72,13
40	41,61	47,62	58,67	63,23	73,98
41	42,65	48,81	60,14	64,81	75,83
42	43,69	50,00	61,60	66,40	77,68
43	44,73	51,20	63,07	67,98	79,53
44	45,77	52,39	64,54	69,56	81,38
45	46,81	53,58	66,00	71,14	83,23
46	47,85	54,77	67,47	72,72	85,08

Gewichtsmengen Kali.	Alkalimetrische Grade im Handel.	Kalihydrat.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
47	48,89	55,96	68,94	74,30	86,93
48	49,93	57,15	70,40	75,88	88,78
49	50,97	58,34	71,87	77,46	90,63
50	52,01	59,53	73,34	79,04	92,48
51	53,05	60,72	74,80	80,62	94,33
52	54,09	61,91	76,27	82,20	96,18
53	55,13	63,10	77,74	83,79	98,03
54	56,17	64,29	79,20	85,37	99,88
55	57,21	65,48	80,67	86,95	
56	58,25	66,67	82,14	88,53	
57	59,29	67,86	83,60	90,11	
58	60,33	69,05	85,07	91,69	
59	61,37	70,25	86,54	93,27	
60	62,41	71,44	88,00	94,85	
61	63,45	72,63	89,47	96,43	
62	64,49	73,82	90,94	98,01	
63	65,53	75,01	92,40	99,59	
64	66,57	76,20	93,87		
65	67,61	77,39	95,34		
66	68,65	78,58	96,80		
67	69,69	79,77	98,27		
68	70,73	80,96	99,74		
69	71,77	82,15			
70	72,81	83,34			
71	73,85	84,53			
72	74,89	85,72			
73	75,93	86,91			
74	76,97	88,10			
75	78,01	89,29			
76	79,05	90,49			
77	80,09	91,68			
78	81,13	92,87			
79	82,17	94,06			
80	83,21	95,25			
81	84,25	96,44			
82	85,29	97,63			
83	86,33	98,82			
84	87,37	100,01			

Alkalimetrische Grade.	Gewichtsmenge Kali.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
1	0,96	1,41	1,52	1,78
2	1,92	2,82	3,04	3,56
3	2,88	4,23	4,56	5,33
4	3,85	5,64	6,08	7,11
5	4,81	7,05	7,60	8,89
6	5,77	8,46	9,12	10,67
7	6,73	9,87	10,64	12,45
8	7,69	11,28	12,16	14,23
9	8,65	12,69	13,68	16,00
10	9,61	14,10	15,20	17,78

Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.	Gewichtsmenge Kali.	Alkalimetrische Grade.
1	1,08	1,26	0,68	0,71
2	2,16	2,52	1,36	1,42
3	3,23	3,78	2,05	2,13
4	4,31	5,04	2,73	2,84
5	5,39	6,30	3,41	3,55
6	6,47	7,57	4,09	4,25
7	7,54	8,83	4,77	4,96
8	8,62	10,09	5,45	5,67
9	9,70	11,35	6,14	6,38
10	10,78	12,61	6,82	7,09

Salzsaures Kali.	Kohlensaures Kali.	Schwefelsaures Kali.	Gewichtsmenge Kali.	Alkalimetrische Grade.
1	0,93	1,17	0,63	0,66
2	1,86	2,34	1,26	1,32
3	2,78	3,51	1,90	1,97
4	3,71	4,68	2,53	2,63
5	4,64	5,85	3,16	3,29
6	5,57	7,02	3,80	3,95
7	6,49	8,19	4,43	4,61
8	7,42	9,36	5,06	5,26
9	8,35	10,53	5,69	5,92
10	9,28	11,70	6,33	6,58

Schwefelsaures Kali.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Gewichtsmenge Kali.	Alkalimetrische Grade.
1	0,79	0,85	0,54	0,56
2	1,59	1,71	1,08	1,12
3	2,38	2,56	1,62	1,69
4	3,17	3,42	2,16	2,25
5	3,97	4,27	2,70	2,81
6	4,76	5,13	3,24	3,37
7	5,55	5,98	3,78	3,94
8	6,34	6,84	4,33	4,50
9	7,14	7,69	4,87	5,06
10	7,93	8,55	5,40	5,62

Reinigung der Pottasche. Man übergieſst gute, möglichst wenig unlösliche Substanzen enthaltende, Pottasche mit einem gleichen Gewicht Wasser, und läſst sie aufweichen; nach dem Absetzen des Bodensatzes gieſst man die Flüssigkeit klar ab, den dicken Bodensatz vorsichtig durch ein dichtes leinenes Tuch, und dunstet in einem reinen eisernen Kessel die Auflösung ab, bis sie eine starke Salzhaut zeigt. Beim Erkalten scheiden sich salz- und schwefels. Kali ab. Die Flüssigkeit wird wieder abgedampft, bis sich dieselbe Erscheinung wiederholt, und keine weitere Spur jener Salze sich abscheidet, sondern blos kohlens. Kali. Die Flüssigkeit wird dann zur staubigen Trockne eingedampft und in luft-

Digitized by Google

dichten Gefäſsen aufbewahrt. Die gereinigte Pottasche ist eine weiſse Salzmasse, welche noch einen Rückhalt an salz- und schwefels., kiesels. Kali enthält; sie dient in der Glasmacherei, Medicin und zu andern Zwecken. Der Rückstand beim Auslaugen der Pottasche ist gröſstentheils schwefels. Kali, welches durch kochendes Wasser ausgezogen werden kann.

Anwendung der Pottasche. Dieselbe ist vielfach und der Verbrauch derselben, besonders in den nördlichen Ländern, in welchen die Soda noch nicht so viel angewendet wird, als in den südlichen, ausnehmend groſs. Zum Seifesieden, Bleichen, Färben, Glasmachen, Bereitung des blaus. Kalis, zur Darstellung von Farbewaaren, in der Kattundruckerei, Töpferei, Medicin etc. wird Pottasche verbraucht. Man bezieht dieselbe aus Ruſsland, Preuſsen, Polen, Ungarn, Toskana, Nordamerika u. a. Ländern, wo man das Holz nicht besser zu Gelde machen kann.

Einfuhr an Pottasche in den preuſs. Staat

1828	29	30	31
62490	85932	116767	90032 Centner.

Doppelt kohlensaures Kali, ***Bicarbonate de Potasse*, *B. of P.***, $(\dot{K}\ddot{C}_2)$. Man löst kohlens. Kali auf, leitet kohlens. Gas in die Auflösung, bis keine alkalische Reaktion mehr obwaltet; hiebei schlägt sich, wenn in der Pottasche kiesels. Kali enthalten war, Kieselerdehydrat nieder. Die Flüssigkeit wird filtrirt, langsam verdunstet und krystallisirt.

Es bildet geschoben vierseitige Tafeln (Rhombenoktaëder), schmeckt sehr wenig alkalisch, reagirt kaum etwas alkalisch, wird an der Luft nicht feucht, löst sich in 4 Theilen kalten, in $\frac{5}{6}$ Theilen kochenden Wasser, in 1200 Theilen kochenden Alkohol auf. Das doppelt kohlens. Kali besteht aus: 46,99 Kali, 44,04 Kohlens. und 8,97 Wasser. Man bedient sich desselhen in der Medicin, auch zur Darstellnng des reinen kohlens. Kalis. Kocht man die wäſsrige Auflösung, so entweicht $\frac{1}{4}$ der Kohlensäure und es bleibt anderthalb kohlens. Kali zurück, *Sesquicarbonate de Potasse*, *S. of P.*, $(\dot{K}_2\ddot{C}_3)$, welches abgedampft krystallisirt, an der Luft feucht wird, sich in Wasser, nicht in Weingeist, auflöst.

Schwefelsaures Kali, ***Sulfate de Potasse*, *S. of P.***, Doppelsalz, vitriolisirter Weinstein, Polychrestsalz, $(\dot{K}\dddot{S})$, kommt im Steinsalz, in Salzsoolen, in der Varecsoda, im Alaun, dem Alaunstein, in Pflanzenstoffen vor. Man gewinnt schwefels. Kali als Nebenprodukt auf Salinen aus der Mutterlauge, bei der Darstellung der Salpetersäure, der englischen Schwefelsäure, in beiden letztern Fällen ist das Salz aber im sauren Zustand, und muſs erst neutralisirt werden. Die Gewinnung desselben bei der Reinigung der Pottasche ist oben angegeben worden.

Das schwefels. Kali krystallisirt in vier- und sechsseitigen Säulen, mit 6flächiger Endspitze, specif. Gewicht 2,63, schmeckt bitter, salzig, etwas scharf, ist luft- und feuerbeständig, löst sich

in 12 Theilen Wasser von 0° und 4 Th. kochendem auf, besteht aus: 54,07 Kali und 45,93 Schwefels. Man bedient sich desselben zur Darstellung des Alauns, des Glases, des Salpeters, in der Medicin, zur Darstellung des Schwefelkaliums durch Glühen mit Kohle.

Doppelt schwefelsaures Kali, *Bisulfate de Potasse, B. of P.*, ($\dot{K}\dddot{S}_2$), wird nebst anderthalb schwefels. Kali, ($\dot{K}_2\dddot{S}_3$), bei der Scheidewasserbrennerei gewonnen, jenachdem man mehr oder minder Schwefelsäure anwendet; ersteres stellt man dar aus 2 Theilen des neutralen Salzes und 1 Theil conc. Schwefelsäure.

Das zweifach schwefels. Kali krystallisirt in seidenglänzenden, schiefen rhombischen Säulen, schmeckt sauer, beiſsend, schmilzt leicht in der Wärme, löst sich in 2 Theilen kalten und ½ Theil kochenden Wasser auf, besteht aus: 34,61 Kali, 58,80 Schwefels. und 6,59 W. Man bedient sich desselben in der Chemie als Reagens, zur Darstellung des neutralen schwefels. Kalis, des zweifachen Schwefelkaliums, zum Vertilgen von Gras auf Straſsen, mit einer Erdfarbe gemengt als feuersichern Anstrichs.

Phosphorsaures Kali, *Phosphate de Potasse, Ph. of P.*, ($\dot{K}_2\dddot{\bar{P}}$), kommt im Pflanzenreich vor, daher auch in der Asche der Pflanzen, in der Pottasche; eine weiſse Salzmasse, welche leicht feucht wird, und schwer krystallisirt, sich leicht in Wasser und Alkohol auflöst, zu einer glasartigen Masse schmilzt, aus 56,88 Kali und 43,12 Phosphors. besteht. Das saure krystallisirt in farblosen Säulen, welche gleichfalls zu einer glasartigen Masse schmelzen, enthält 34,55 K., 52,27 Phs. und 13,18 W.

Chlorigsaures Kali, *Chlorite de Potasse, Chlorite of P.*, ($\dot{K}\ddot{C}l$), Chlorkali, *Chlorure de Potasse, Chloride of P.*, oxydirt salzsaures Kali, *Muriate de Pot. oxigèné, Oxymuriate of Pot.*, Javellische Lauge, Bleichwasser, Fleckwasser, *Eau de Javelle, Ley of Javelle*, wurde 1792 in Javelle bei Paris zuerst dargestellt. Man leitet in eine verdünnte Auflösung von gereinigter Pottasche in Wasser, (1 Pfund in 4 Quart), so lange Chlorgas, bis die alkalische Reaktion derselben sich bedeutend vermindert hat, und die Flüssigkeit bleichend auf das gefärbte Papier wirkt, ohne die blaue Farbe vorher zu vermehren. Währenddem scheiden sich Kieselerdehydrat und Chlorkalium ab, und doppelt kohlens. und chlorigs. Kali, welche sich gebildet haben, bleiben aufgelöst. Erklärung des Prozesses. Die Hälfte des angewendeten kohlens. Kalis giebt ihre Kohlensäure an die andere Hälfte ab, wodurch diese zu doppelt kohlens. Kali wird. ⅗ des von der Kohlensäure freien Kalis geben Sauerstoff an ⅖ des gebunden werdenden Chlors ab, wodurch dieses zu chloriger Säure sich oxydirt und mit dem unzersetzt gebliebnen ⅖ Kali zu chlorigs. Kali sich verbindet, während die übrigen ⅗ des Chlors sich mit dem freigewordnen Kalium zu Chlorkalium vereinigen.

$$\left(8\dot{K}\ddot{C} = 4\dot{K}\ddot{C}_2 + 4\dot{K}\right.$$

$$3K\text{Cl}\ \underbrace{\overbrace{\begin{Bmatrix}3K + 3O + \dot{K}\\ 3\,\text{Cl} + 1\,\text{Cl}\end{Bmatrix}}}\ \dot{K}\ddot{\text{Cl}}$$

$$\left.4\,\text{Cl}\right)$$

Man kann auch mittelst chlorigs. Kalk und kohlens. oder schwefels. Kali chlorigs. Kali berciten, wobei kohlens. oder schwefels. Kalk als Nebenprodukt abfällt.

Die Flüssigkeit ist blaſsgelblich, (auch wohl von übergegangnem Manganchlorid, welches in Mangansäure zersetzt wird, rosenroth gefärbt), riecbt schwach nach chloriger Säure, nicht unangenehm, schmeckt eigenthümlich salzig, bleicht Pflanzenfarben, indem es Sauerstoff abtritt, und in Chlorkalium übergeht. Dampft man es im luftleeren Raum ein, so erhält man eine krystallinische Masse, deren Auflösung bleicht; dunstet man es aber an der Luft mittelst Wärme ab, so wird eine Zersetzung bedingt, Sauerstoffgas entweicht, Chlorkalium und etwas chlors. Kali bleiben zurück. Das chlorigs. Kali besteht aus: 44,27 Kali und 55,73 chloriger S.

Man bediente sich früher, bevor der chlorigs. Kalk, (das Bleichpulver), entdeckt war und im Groſsen Anwendung fand, des chlorigs. Kalis zum Bleichen der Kattune und der Leinwand, (vergl. vorn Seite 189), jetzt nur noch im Kleinen, um Obstflecke, Rostflecke aus Leinenzeug zu entfernen.

Chlorsaures Kali, *Chlorate de Potasse, Chl. of P.*, überoxydirt salzsaures Kali, *Muriate de Potasse suroxigèné, Oxymuriate of P.*, Knallsalz, *poudre brontique*, ($\dot{K}\ddot{\text{Cl}}$), wurde von *Berthollet* 1786 entdeckt.

Man bereitet es folgendermaſsen: man leitet in eine Auflösung von gereinigter Pottasche in Wasser, von einem specif. Gewicbt von 1,26 bis 1,30 (30 bis 33° B.), je nach der Temperatur der Luft, so lange Chlorgas, bis nichts mehr aufgenommen wird. Zu dem Ende werden in einen Sandbadofen die zur Entbindung des Chlorgases nöthigen Glaskolben gestellt, oder irdne Entbindungsgeräthe in einen Kapellenofen eingesetzt, das Gas in geräumige gläserne Vorlagen, welche mit der Pottaschenauflösung gefüllt sind, geleitet. Da während des Zersetzungs- und Bildungsvorgangs sich viel Chlorkalium in Salzkrusten abscheidet, und diese leicht die Gasröhren in den Vorlagen verstopfen, so hat man für diesen Fall weite Gasröhren zu wählen; auch hat man Glasstäbe angebracht, welche sich durch die Pfropfen der Vorlagen luftdicht bewegen lassen, am untern Ende hakenförmig umgebogen sind, und mit dem aufwärts gebognen Ende in die weiten Gasröhren hineinreichen, und zum Abstoſsen der Salzkrusten dienen sollen. Andere rathen die Endigung der Gasleitungsröhre in einen weiten Trich-

Trichter ausgehen zu lassen. Einfacher dürfte der zur Darstellung des flüssigen Chlorkalks angewendete Apparat sein, welcher auf Tafel IV. Fig. 4. dargestellt und im Artikel „Chlor" beschrieben ist. Für das sich entbindende kohlens. Gas wird eine Röhre angebracht, welche aus dem Gefäſs ins Freie führt.

Der Vorgang ist anfänglich derselbe, wie beim chlorigs. Kali, es erzeugt sich dieses, so wie Chlorkalium und doppelt kohlens. Kali, Kieselerdehydrat fällt nieder. Wird aber Chlorgas ferner hineingeleitet, so zersetzt sich sowohl das chlorigs. als auch das doppelt kohlens. Kali, es erzeugt sich, unter Austreiben aller Kohlensäure, wieder Chlorkalium und chlors. Kali, indem $\frac{1}{3}$ des chlorigs. Kalis seinen Sauerstoff an $\frac{2}{3}$ der chlorigen Säure abgiebt, wodurch diese in Chlorsäure übergeht, und ersteres zu Chlorkalium wird, ($3\dot{K}\ddot{€l} = 2\dot{K}\ddot{€l} + K€l$). Sobald sich eine bedeutende Menge des letztern Salzes gebildet hat, (der Zeitpunkt, wo das Lackmuspapier sogleich gebleicht wird, ohne vorher dunkelblau gefärbt zu werden), kann man die Vorlagen wechseln, das Flüssige vom krystallisirten Bodensatz, dem Chlorkalium, abgieſsen, und diesen mit Wasser abspühlen, worauf das Abwaschwasser zur Flüssigkeit gesetzt, und letztere wieder vorgeschlagen wird. Meist ist das Salz von chlors. Kali frei, oder nur sehr wenig des letztern anhängend. — Ist die Flüssigkeit mit Chlor gesättigt, nimmt sie kein Chlor mehr auf, so ist die Bildung des chlors. Kalis vollendet; man erkennt diesen Zeitpunkt auch daran, daſs die anfänglich rothe Farbe der Flüssigkeit (von Mangansäure herrührend) verschwindet, und dafür eine gelbe Färbung sichtbar wird. Man trennt nun die Flüssigkeit vom Bodensatz, löst letztern in 3 Theilen kochenden Wasser auf und scheidet durchs Krystallisiren das chlors. Kali vom Chlorkalium; die Mutterlauge enthält dann meistens kein chlors. Kali mehr. Die abgegoſsne Flüssigkeit wird abgedampft und beim Erkalten schieſsen Krystalle von Chlorkalium, chlors. Kali, gemengt mit kohlens. Kali, an, welche Salze durch erneuertes Auflösen und Umkrystallisiren getrennt werden. — Von 100 Pfund Pottasche soll man 9 bis 10 Pfund chlors. Kali erhalten, nach Andern nur 6 % gereinigtes Salz.

Wohlfeiler ist die Darstellung aus einer siedenden conc. Lösung von chlorigs. Kalk mittelst Chlorkalium. Man bereitet flüssigen Chlorkalk von 12° B., setzt zur klaren Flüssigkeit gebrannten Kalk und erzeugt mit Chlor nochmals Chlorkalk, wodurch die Dichtigkeit der Lösung 18 bis 20° wird. Man erhitzt dieselbe in bleiernen oder guſseisernen Kesseln zum Sieden, setzt so viel Chlorkalium hinzu als nöthig ist, die Dichtigkeit um 3 bis 4° zu erhöhen, dampft sie möglichst schnell auf 30 bis 31° ein. Während des Siedens entbindet sich oft viel Sauerstoffgas. Es schieſst

beim Erkalten ein Gemeng von chlors. Kali und Chlorkalium an, die Mutterlauge giebt noch Chlorkalium und enthält zuletzt nur Chlorcalcium. 1 Centner Braunstein und $3\frac{3}{4}$ C. Salzsäure sollen zwischen 9 und 17 Pfund chlors. Kali geben. — Erklärung des Prozesses: der chlorigs. Kalk giebt seinen Sauerstoff an das Chlorkalium ab, wodurch dieses zu chlorigs. Kali und erster zu Chlorcalcium entmischt wird. Das chlorigs. Kali aber wird in der Siedhitze in chlors. Kali und Chlorkalium zerlegt, wobei unter ungünstigen Umständen auch Sauerstoffgas entbunden wird.

Vée in E. J. Bd. 17. S. 365.

Das chlors. Kali erscheint in perlmutterglänzenden zarten Blättchen, (rhombischen Säulen), schmeckt kühlend, widrig, ist geruchlos, luftbeständig, specif. Gewicht 1.989, löst sich in 16 Theilen Wasser von 15°, 8 Theilen von 35°, und $1\frac{2}{3}$ Theilen kochendem auf; es schmilzt in der Hitze, verliert sein beigemengtes Wasser, bei vermehrter Hitze wird es zersetzt, entbindet Sauerstoffgas (siehe vorn Seite 75) und Chlorkalium bleibt übrig. Bei starkem Stofs leuchtet es, und sprüht unter Zersetzung Funken; mit brennbaren Körpern vermengt detonirt es beim heftigen Schlag, Stofs, unter Feuererscheinung. Mengt man dasselbe mit Schwefelpulver in einem Mörser vorsichtig (es mufs nur wenig auf einmal und ohne alles Drücken und Stofsen gemengt werden, auch darf man ein solches Gemeng nicht aufbewahren, indem Fälle bekannt sind, wo es sich von selbst entzündete), und thut von dem Gemeng einen halben Kaffeelöffel voll in Papier, dreht dieses zu einem runden Knopf und schlägt mit einem Hammer kräftig darauf, so erfolgt ein sehr starker Knall, wie von einem Büchsenschufs. Durch den Schlag zersetzt nämlich der Schwefel (eben so auch Phosphor) die Chlorsäure, es entsteht Schwefelsäure, welche mit dem Kali schwefels. Kali bildet, Chlorgas und schwefligs. Gas werden entbunden, und verursachen den heftigen Knall. Auch andere brennbare Substanzen verhalten sich analog, wie Zinnober, Zucker, sie erforden aber eine höhere Temperatur zur Zersetzung, weshalb man einen heifsen Hammer anwenden mufs. Mengt man chlors. Kali mit Kohlenpulver, Schwefelpulver, und zündet das Gemeng an, so verbrennt es sehr rasch mit lebhaftem Feuer. Auch mittelst concentr. Schwefelsäure können solche Gemenge entzündet werden, sie bedingt gleichfalls Entmischung der Chlorsäure. — Das chlors. Kali besteht aus: 38,5 Kali und 61,5 Chlors.

Man bedient sich desselben zu den chemischen Feuerzeugen, *briquets oxigènés, oxymuriatic matches.* Die Schwefelhölzchen, Zündhölzchen, *alumettes,* werden mit einem rothgefärbten Ueberzug versehen, welcher aus 30 Theilen chlors. Kali, 10 Th. Schwefelblumen, Traganthschleim, etwas Zinnober gemischt ist; sie müs-

sen scharf getrocknet, überhaupt an trocknen Orten aufbewahrt werden. In dem Zündbüchschen befindet sich etwas Amianth (Asbest) mit Vitriolöl befeuchtet. Wird nun das Hölzchen mit der Spitze auf diesen angefeuchteten Amianth gedrückt, so erfolgt sogleich eine Zersetzung, es erzeugt sich schwefels. Kali, die Chlorsäure wird entmischt, Chlorgas entbunden, und der Schwefel brennt vermittelst des frei werdenden Sauerstoffgases aus der Chlorsäure, wodurch schwefligsaures Gas erzeugt wird. Die Zündfläschchen müssen wohl verkorkt werden, weil, so wie die conc. Schwefelsäure Wasser angezogen hat, die Entzündung nicht mehr erfolgt.

Literatur über die Feuerzeuge mit chlors. Kali. *Berry* in D. p. J. Bd. 16. S. 443. Bd. 33. S. 405. — Zündhölzer das. Bd. 18. S. 121. — *Jones* das. Bd. 32. S. 63. Bd. 34. S. 263. Bd. 49. S. 422. — *Newton* das. Bd. 46. S. 182. Bd. 50. S. 13. — *Meyer* in E. J. Bd. 17. S. 215. — *Merckel* in D. p. J. Bd. 49. S. 260 (Zündkerzen). — Maschine um die Hölzer zu schneiden, D. p. J. Bd. 45. S. 209.

Berthollet rieth zuerst chlors. Kali statt Salpeter beim Schieſspulver anzuwenden; bei den Versuchen, welche 1788 zu Essone angestellt wurden, verloren, indem das Gemeng sich schon während des Zusammenmischens entzündete, 2 Menschen ihr Leben. Ein solches Pulver ist allerdings von mächtiger Wirkung, bedingt bedeutendere Wurfweiten, Sprengwirkung, ist aber sehr gefährlich darzustellen, aufzubewahren und zu transportiren; man gab deshalb die Idee, das chlors. Kali statt des Salpeters (welcher auch weit wohlfeiler als ersteres ist) zum Schieſspulver anzuwenden, auf, bediente sich jedoch desselben zur Anfertigung von Zündpulver, Zündkraut, *amorce,* welches ohne Stein und Batterie auch in feuchtem, regnerischem Wetter durch den starken Schlag eines eigens dazu konstruirten Hahns mit einem Schlagstück explodirt. Man mischte 100 Theile chlors. Kali, 12 Schwefel, 10 Faulbaumholzkohle, auch 108 chlors. Kali, 42 Salpeter, 36 Schwefel, 14 Lycopodium mit etwas Wasser, fertigte daraus einen Teig, körnte denselben, oder formte kleine Kügelchen, welche man mit einer Harz- oder Wachsauflösung überzog, um sie vor Feuchtigkeit zu schützen; auch hat man solches Gemeng in Pulverform angewendet, welches höchst gefährlich ist, da Fälle von Selbstentzündung vorgekommen sind. Später gab man den Gewehren die Einrichtung, daſs sie statt einer Pfanne an der Seite eine Zündröhre, *piston*, erhielten, deren Bohrung nach der Pulverkammer führt; auf die Zündröhre setzte man ein kleines aus dünnem Blech gefertigtes Kupferhütchen, auf dessen Boden eine kleine Menge jenes Zündkrauts im feuchten Zustand eingebracht worden war. Aber auch diese gab man bald auf, weil das freiwerdende Chlorgas auf das Eisen nachtheilig wirkte, Rost bedingte, die Schlagröhren,

Zündlöcher ausbrannten, (wogegen man sich durchs Ausfüttern mit Gold und Platin schützen wollte); man wählte das sichrere und vorzüglichere Knallquecksilber, mit welchem man jetzt allgemein die Kupferhütchen füllt; (von demselben beim „Quecksilber das Weitere).

Schmidt, über Knallpulver zum Zündkraut in S. n. J. Bd. 11. S. 66. — *Alibert*, *Pellisier* und *Gay-Lussac* über Zündpulver in E. J. Bd. 7. S. 109.

Bei Feuerwerken dient chlors. Kali zum raschen Abbrennen der Sätze, z. B. zum Rothfeuer für Theater, zu Brandraketen; auch kann man mittelst chlors. Kali und Salzsäure schnell Bleichwasser darstellen, indem durch den Wasserstoff der Salzsäure ein Antheil Sauerstoff des chlors. Kalis gebunden wird, wodurch Chlor entbunden, Wasser und chlorigs. Kali erzeugt werden.

Salpetersaures Kali, *Nitrate de potasse, N. of P.*, Salpeter, *Nitre, Salpêtre, Saltpetre*, ($\dot{K}\ddot{N}$), kommt in der Natur vor, wittert aus Kalk- und Sandstein, Mergel, Kreide, Kalktuff aus, zeigt sich in Höhlen einen Ueberzug bildend, an der Erdoberfläche, besonders wo animalische Substanzen verwesen. Höhlen, in denen sich Salpeter erzeugt, finden sich in Deutschland bei Homburg (Burkardush.), in Apulien am adriatischen Meer (Pulo di Mofetta), in Frankreich, in Ostindien, auf Ceylan, (hier sind 22 salpetergebende Höhlen); in Nordamerika am Fluſs Crooked, in Tenessee, in Kentucky, am Missouri; in Brasilien, Afrika, auf Teneriffa; auſserdem wittert Salpeter aus in Spanien (Arragonien), Ungarn, Podolien, Sicilien, Aegypten, Persien, Bengalen, China, Arabien, Nordamerika, Südamerika. Auch Pflanzen enthalten Salpeter, so besonders der Boretsch, Dill, Schöllkraut, Tabak-, Sonnenblumen- und Maisstengel, Runkelrüben, *Buglossum*, *Parietaria* u. a. m.; in thierischen Materien hat man ihn noch nicht entdeckt.

Wie erzeugt sich aber in jenen Kalkgesteinen, in der Salpetererde der Salpeter? Der sekundäre Kalkstein enthält Ueberreste von organischen stickstoffhaltenden Materien, wie dieses von dem Kalkgestein in Frankreich, der Kreide von Roche-Guyon, Meudon, Mousseaux und von der salpetererzeugenden Erde in Bengalen, in einigen Höhlen auf Ceylan, (nicht in allen), ermittelt worden ist; in dem Kalkstein auf Ceylan fand sich auch Feldspath, Glimmer, Talk eingemengt. Die Erzeugung von Salpeter ist auf eine bestimmte Entfernung von der Oberfläche eingeschränkt, so weit atmosphärische Luft und Wasser in das poröse Gestein einzudringen vermögend sind; völlig dichtes Gestein, wie Marmor und Quarz liefern keinen Salpeter. Man ist der Meinung, daſs durch einen allmälig fortschreitenden Zersetzungsprozeſs in Folge des Eindringens von Wasser und Luft der Stickstoff der thierischen Materien sich entwickle, mit dem Sauerstoff der Luft sich vereinige, Sal-

petersäure bildend, welche mit dem Kalk, Kali, Magnesia sich zu Salzen vereint. Man hat ferner gefunden, daſs besonders poröser Kalkstein, Tuffstein dazu geeignet, dagegen vorzugsweise thonige Fossilien sehr wenig Salpeter geben.

J. Davy und *Longchamp* stellten dagegen in neuester Zeit die Meinung auf, daſs auch ohne Vorhandensein organischer stickstoffenthaltender Körper, durch den Sauer- und Stickstoff der Luft, unter Vermittelung des Wassers, in den porösen Gesteinen, bei gleichzeitiger Einwirkung irgend einer dazu geeigneten Base, als Kalk, Kali, Magnesia, sich Salpetersäure bilden könne. Sie glauben, daſs, gleich wie Platinschwamm die Vereinigung des Sauer- und Wasserstoffs zu Wasser, die des Alkohols und Sauerstoffs zu Essigsäure mächtig befördern, Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, Thonfossilien die Ammoniakerzeugung bedingen, eben so auch der poröse Kalkstein, unter Mitwirkung des Wassers, auf die Bestandtheile der Atmosphäre wirken könne, ohne daſs thierische Substanzen unumgänglich zur Salpeterbildung konkurriren müſsten.

Davy in S. n. J. Bd. 13. S. 227. — *Longchamp* in D. p. J. Bd. 23. S. 450. Bd. 24. S. 148., 431. Bd. 30. S. 396. — *Lampadius* darüber in E. J. Bd. 3. S. 352. — Gegen *Longchamp* A. d. ch. T. 34. p. 86. Ind. T. 5. p. 56. T. 8. p. 30.

Man gewinnt künstlich Salpeter, wenn man durch ein Gemeng von Stickstoff- und Sauerstoffgas, welches mit Kalilauge gesperrt ist, häufige elektrische Funken schlagen läſst (siehe bei der Salpetersäure Seite 218). Daſs dadurch aber nur sehr geringe Quantitäten erzeugt werden können, leuchtet ein; ebenso mögen sich auch in der Atmosphäre nach Gewittern salpetersaure Salze bilden, die man im Regenwasser gefunden hat (siehe beim Wasser S. 102).

Durch eine groſse Reihe von Versuchen ist ermittelt, daſs in den bei weiten aller mehrsten Fällen thierische Materien, oder überhaupt Stickstoff enthaltende organische Substanzen, zur Erzeugung des Salpeters wesentlich beitragen, ja daſs ohne dieselben keine Salpeterproduktion erfolgt.

Nach den Versuchen von *Fontenelle*, (S. n. J. Bd. 13. S. 233.) gaben, nach einem 3jährigen Aussetzen an die Luft unter einem Scheppen in hölzernen Kübeln,

20	Kilogr.	ungewasch. kalkig. Sand,	mit dest. Wasser befeuchtet,	Spuren
20	-	- Granitpulver,	- - - -	desgl.
20	-	gewasch. kalkhalt. Sand,	- - - -	keine Sp.
20	-	- Granitpulver,	- - - -	keine Sp.
20	-	- kalkhalt. Sand,	mit Quellwasser -	0,004 salpeters. Salze
20	-	- Granitpulver	mit Quellwasser -	
20	-	thonhaltiger Erde	. . . .	0,016 -
20	-	Ackererde	. . . .	0,030 -
20	-	- mit $\frac{1}{5}$ gutem Kalkputz gemengt	. . . . .	0,038 -
20	-	- - $\frac{1}{10}$ Schaafmist	-	0,056 -

20 Kilogr. Ackererde m.	$\frac{1}{10}$ Pferdemist	. . . . .	0,048 slps. S.
20 - - -	$\frac{1}{10}$ Kuhmist	. . . . .	0,044 -
20 - - -	$\frac{1}{10}$ thierische Düngererde gemengt		0,060 -
20 - - -	$\frac{1}{10}$ vegetabil.	- -	0,040 -
20 - - -	$\frac{1}{10}$ Weidenerde	- -	0,050 -
20 - - -	$\frac{1}{10}$ vegetab.-animal. Düngererde gemengt und $\frac{1}{6}$ guten Kalkputz		0,080 -
20 - - -	$\frac{1}{10}$ Blut	. . . .	0,048 -

Es erzeugt sich Salpeter in feuchten Wänden, weit mehr in Souterrains, Kellern, Erdgeschoſs, als in den höhern Stockwerken, in engen, schmutzigen Gassen, wo er an den Wänden in Form eines feinhaarigen Beschlags auswittert, und hie und da abgekehrt und gesammelt wird; ebenso sammelt man auch den aus dem Erdboden auswitternden natürlichen Salpeter, welchen man deshalb Kehrsalpeter, *nitre de houssage* nennt.

In Ungarn, wo viel natürlicher Salpeter gewonnen wird, legt man sogenannte Kehrplätze an, sie liegen auf sanften Abhängen unterhalb der Dörfer, so daſs alle Flüssigkeit von diesen über dieselben herabläuft und einzieht. Sie müssen sandigen Boden haben, denn je mehr Thon sie enthalten, desto weniger geben sie Salpeter. Man nimmt jährlich sechsmal die obere Erdschicht hinweg, und laugt sie aus; ein Platz von 400 Quadratklafter soll jährlich 10 Centner ziemlich reinen Salpeter liefern. Hauptplätze sind zu Neusiedel, Bartfeld, Comorn, Malachowa. Aehnlicher Art ist auch die Salpetergewinnung in Spanien. In der Schweiz legt man in der Nähe von Schäfereien Salpeterplantagen an.

Man erzeugt den Salpeter in sogenannten Salpeterplantagen, Salpeterhütten. Die Materialien, deren man sich dazu bedient, sind: Acker-, oder Düngererde, in welcher verrodete vegetabilische und animalische Stoffe sich befinden, die Stickstoff und zugleich Kali enthalten, zu welchem Ende man Wermuth, Disteln, Erdrauch, Schierling, Bilsenkraut u. a. m. in Gruben, mit gehacktem Stroh vermengt, mit Gassenkoth, Schlamm bedeckt verfaulen läſst, (*la préparation des terres*) Muttererde; Aaserde, wo Blut, Fleisch verweste; Erde aus Schaafställen, Pferdeställen, welche, mit Urin und Koth durchdrungen, in dem Zustand der Verwesung begriffen, Salpetererde; ausgelaugter Kalkäscher von Seifesiedern, welcher kohlens. Kalk und Reste von kohlen- und kiesels. Kali enthält; ausgelaugte Holzasche aus Pottaschesiedereien, Kalkschutt, Lehmschutt aus alten Gebäuden, feuchten Mauern; an der Luft zerfallner Kalk, Kalkmergel u. a. m. Kalk muſs jedenfalls in dem Gemeng vorhanden sein, ebenso eine bereits mit Salpeter durchdrungene Erde, soll der Prozeſs bald in Gang kommen; eben so wird auch eine reife Erde nie vollkommen abgelaugt, sondern mit einem geringen Gehalt an Salpeter wieder in Haufen gebracht.

Aus diesen angeführten Substanzen werden in verschiednen Proportionen Gemenge gemacht, *nitrières artificielles*, welche entweder in Form pyramidaler Haufen von 6 bis 8 Fuſs Höhe, 4 bis 6 F. Grundfläche, unter freiem Himmel, *nitrières à air libre*, über einer festgestampften Thonsohle aufgeführt werden, damit die nicht salpetersaure Salze enthaltende Flüssigkeit in die Erde einziehen könne, oder unter leichten Schoppen, *nitrières couvertes*; man errichtet auch niedrige Wände von 2 bis 3 Fuſs Stärke, 3 bis 5 Fuſs Höhe, mit einer Strohhaube bedeckt. In Schweden, wo die Landleute einen Theil der Abgaben in Salpeter entrichten müssen, geschieht die S.gewinnung in hölzernen Kästen in jeder Landwirthschaft.

Die Haufen oder Wände müssen stets feucht und warm erhalten werden, der atmosphärischen Luft ausgesetzt; deshalb befeuchtet man sie öfters mit Fluſswasser, oder gebrauchter Kalilauge von Bleichen etc., auch wohl mit Urin, so daſs sie wie eine gute Gartenerde feucht bleiben; im Winter ist die Salpetergewinnung gehemmt, auch wirkt Trockenheit im Sommer nachtheilig ein. Man stellt die Wände gegen die Wetterseite damit sie zwar luftig stehen, aber nicht zu trocken, durchflechtet sie auch wohl mit Dornenreis, bohrt Löcher hindurch, damit sie locker, dem Eindringen der Luft wenig Hinderniſs entgegensetzen. Die Haufen werden jährlich einigemal umgeschaufelt, damit möglichst alle Theile mit der Luft in Berührung kommen, und ein gleicher Feuchtigkeitsgrad erhalten wird.

Nach einiger Zeit bildet sich eine weiſse, salzige Auswitterung, ein Beweis, daſs sich salpeters. Salze bereits gebildet haben; hiezu gehören, soll die Masse durch und durch Salpeter enthalten, an 3 bis 4 Jahre. Die Salpetersieder beurtheilen den Gehalt nach dem mehr oder minder starken, salzig-kühlenden, stechenden Geschmack der Salpetererde, sicherer ist ein Probelaugen von einer abgewognen Menge Erde. Wenn 4 Kubikfuſs Erde von der Auſsenfläche 1 Pfund Salpeter liefern, so ist die Erde auslaugewürdig; sie wird dann an 2 bis 3 Zoll tief abgekratzt, zerklopft, auf Fässer mit doppeltem Boden gebracht und ausgelaugt; dieselben stellt man in 3 Reihen, *bandes*, übereinander auf, um die schwachen Laugen, die man durchs mehrmalige Ausziehen der Salpetererde der obersten Reihe Fässer erhält, auf die Erde der darauf folgenden Fässerreihe leiten zu können, um so die Lauge, ohne Kosten, zu verstärken und siedewürdig zu erhalten. Die französischen Sieder unterscheiden 1) Siedelauge, *Eaux de cuite*, 2) starke Lauge, *Eaux fortes*, und 3) schwache Lauge, *Eaux faibles, petites eaux, eaux de lessivage;* die erstere von 10 bis 14° *B.*, die zweite von wenigstens 4°, letztere von 1 bis 2°. Die starke Lauge der ersten Reihe auf die Fässer der zweiten Reihe gezapft, wird zu Siedelauge, die schwache aber zu starker etc. Man kann die Rohlauge

auch durchs Gradiren concentriren, wenn sie möglichst wenig Erdensalze enthält.

Die Lauge, (in Oesterreich **Grundwasser** genannt), enthält aufgelöst: salpeters. Kali, Natron, Kalk, Magnesia, salzs. Kalk, Magnesia, Kali, Natron, schwefels. Kalk und organische Stoffe. Waren es Düngererde, vermoderte Pflanzenerde, welche hauptsächlich zur Salpetererzeugung angewendet wurden, so waltet salpeters. Kali vor, war aber in einem Kalkstein der Nitrifikationsprozeſs eingeleitet, so erzeugt sich besonders viel salpeters. Kalk.

100 Theile salpeters. Kalk werden durch 108 Theile Pottasche zersetzt und liefern 122,6 salpeters. Kali. Gewöhnlich ist die Menge der salpeters. Magnesia gering, einige Prozente; 100 Theile derselben, durch Pottasche zerlegt, liefern 135,4 salpeters. Kali. Der salzs. Kalk ist durch die zersetzende Einwirkung des kohlens. Kalks auf das salzs. Natron erzeugt, wobei sich etwas kohlens. Natron bildet, welches auswittert; 100 Theile salzs. Kalk, durch Pottasche zersetzt, liefern 133,5 Chlorkalium. Salzsaure Magnesia kommt in sehr geringer Menge vor, 100 Theile liefern, durch Pottasche zersetzt, 155,2 Chlorkalium. Chlornatrium begleitet stets den Salpeter und wird theilweis durch denselben zersetzt, indem sich salpeters. Natron und Chlorkalium bilden. Ebenso zerlegen auch der salpeters. Kalk und Magnesia das Chlornatrium, wodurch salzs. Kalk und Magnesia und salpeters. Natron resultiren.

Um den salpeters. und salzs. Kalk und Magnesia zu zersetzen und in salpeters. und salzs. Kalisalze umzuwandeln, setzt man zu der siedewürdigen Lauge, welche sich in einem Bohlensumpf durch Absetzen geklärt hat, Aschenlauge (Pottaschenauflösung) hinzu, (das **Brechen** in Oesterreich genannt, **Bruch** nennt man die Kalilauge); man kann auch, nach einem vorher angestellten Probeversuch, der auszulaugenden Salpetererde eine bestimmte Menge Holzasche hinzusetzen, und dann dieses Gemeng auslaugen. Statt des kohlens. Kalis hat man auch schwefels. Kali, oder ein Gemisch von 93 Chlorkalium (Glasgalle) und 89 schwefels. Natron, welches, durch doppelte Wahlverwandtschaft sich zersetzend, schwefels. Kali und Chlornatrium liefert, angewendet, dann muſs man aber vorher Kalkwasser zuthun, um die Magnesiasalze zu zersetzen. Braucht man 100 Theile schwefels. Kali, so reicht man schon mit 79,3 kohlens. Kali aus; im ersten Fall fällt schwefels. Kalk nieder, aber langsamer und unvollständig, im letztern kohlens. Kalk und Magnesia leichter. (Saures schwefels. Kali, der Rückstand bei der Salpetersäuredestillation, ist erst nach vorhergegangner Neutralisation anwendbar.)

Die Lauge wird alsdann in die Erdfallbottiche gezapft, in denen die kohlens. (oder schwefels.) Erden binnen einigen Stunden sich absetzen, die klare Lauge abgelassen, **Salpeterrohlauge**; sie enthält nun mehr blos salpeters. Kali, Natron, Chlorkalium und

Chlornatrium, Extraktivstoff, etwas kohlens. Gas, durch welches eine kleine Portion kohlens. Kalk und Magnesia in Auflösung erhalten werden, (Gyps). Man dampft sie in guſseisernen oder kupfernen Kesseln, mit Vorwärmekesseln, bis zu einem bestimmten specif. Gewicht, 50,5 bis 53° B. ein, wobei sich Schaum ansetzt, aus den aufgelösten organischen Substanzen bestehend, welcher mittelst Leim oder Blut befördert, abgenommen, und nach dem Abtröpfeln der anhängenden Lauge zur Salpetererde wieder gemengt wird. Die Lauge wird nun in die Salzfallbottiche gezapft, in denen während des Abkühlens bei 45 oder 50° der gröſste Theil des Chlorkaliums und Chlornatriums, nebst Salpeter, sich abscheidet, darauf in hölzerne Wachsgefäſse geleitet, in denen der Salpeter anschieſst. Die Mutterlauge wird abgelassen, die Krystalle mit $\frac{1}{4}$ ihres Gewichts kaltem Wasser einen Tag lang eingeweicht, dann getrocknet; hiedurch verlieren sie 3 bis $4\frac{0}{0}$ am Gewicht. Die Mutterlauge, wenn sie nicht viel organische Substanzen aufgelöst enthält, kann zu der siedewürdigen Lauge hinzugefügt werden, im entgegengesetzten Fall aber gieſst man dieselbe auf die Salpeterhaufen. Die ausgelaugte Salpetererde wird zu neuen Haufen verwendet, und liefert nach einigen Jahren eben so viel Salpeter, wie früher.

Der so gewonnene, in kleinen spieſsigen Krystallen angeschoſsne, Salpeter heiſst roher Salpeter, *salpêtre brute,* (Salpeter vom ersten Sud, *salpêtre de première cuite*); er besitzt eine braune Farbe, von dem enthaltnen Extraktivstoff, enthält 85 höchstens $88\frac{0}{0}$ wirklichen Salpeter, 12 bis $15\frac{0}{0}$ hauptsächlich Chlornatrium, Chlorkalium, salpeters. Natron und zerflieſsliche Kalk- und Magnesiasalze. Der ostindische Salpeter ist dagegen nicht gefärbt, in groſsen Krystallen und wenig mit fremden Salzen verunreinigt.

Das abgeschiedne Chlorkalium und Chlornatrium, *sel de salpêtre,* hat etwa $2\frac{0}{0}$ Salpeter in sich; um diesen zu gewinnen, erwärmt man das Salzgemeng mit $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ des Gewichts Wasser in einem Kessel auf 50°, hiedurch löst sich fast aller Salpeter vollständig auf, aber auch $\frac{1}{8}$ seines Gewichts an Chlorverbindungen; diese Lauge setzt man zur siedewürdigen Lauge. Die Trennung beruht auf der gröſsern Löslichkeit des Salpeters im Vergleich mit den Chlorverbindungen in heiſsem Wasser.

Die Reinigung des Rohsalpeters, *raffinage*, geschieht auf verschiedne Weise; in Frankreich also. Man trägt in eine Siedepfanne 600 Kilogr. Wasser und 1200 Kil. Rohsalpeter, giebt allmälig Hitze, damit sich die im Rohsalpeter enthaltnen Salze nach ihrer Löslichkeit in Wasser nach einander auflösen; nach und nach vermehrt man das Feuer bis zum Sieden und trägt noch 2400 Kilogr. Salpeter in Partieen hinzu; dadurch wird ein groſser Theil Chlorkalium und Chlornatrium niedergeschlagen, welche sich nicht auflö-

sen; man nimmt sie vermittelst einer kleinen, in dem Siedekessel aufgehängten, Pfanne hinweg und setzt etwas kaltes Wasser zu, um abzukühlen. Hierauf schäumt man mittelst einer Auflösung von 1 Kilogr. Leim, setzt nach und nach noch 400 Kil. Wasser zu. Bildet sich kein Schaum mehr und ist die Lauge klar, so wird sie, nachdem sie sich auf 88° abgekühlt hat, in die Rührkästen geleitet, in welchen stehende Wellen mit Rührern angebracht sind, die in Bewegung gesetzt werden; oder die Kästen haben einen gegen die Mitte hin von beiden Seiten geneigten Boden, und die Arbeiter rühren mit Krücken die Flüssigkeit stets um. Durch die gestörte Krystallisation können sich nur kleine Krystalle, Salpetermehl, bilden, welches sehr wenig Mutterlauge einschliefst, also wenig durch Chlorverbindungen verunreinigt ist. Das Salpetermehl wird nun noch mit einer conc. Salpeterauflösung, die einige Stunden lang mit demselben in Berührung bleibt, sodann mit reinem Wasser in hölzernen Gefäfsen gewaschen, *lavage*, bis letzteres als eine völlig gesättigte Salpeterauflösung abläuft. Darauf wird es in eignen Trocknenpfannen unter stetem Umrühren getrocknet, gesiebt und in Fässer geschlagen. Zum Transport schmelzt man nicht selten den Salpeter bei möglichst niedriger Temperatur, damit er sich nicht zersetze; geschmolzner S. nimmt nämlich nicht so viel Raum ein, als ungeschmolzner.

Die beim Raffiniren gewonnenen Mutterlaugen, die Abwaschwasser, werden einer eignen Aufarbeitung, ganz so wie die rohen Laugen, unterworfen; blos die letzte gesättigte Salpeterauflösung braucht man wieder zum Reinigen anderer Portionen. — Man hat auch vorgeschlagen, den rohen Salpeter in Haufen auf wasserdichtem Boden aufzustürzen, und mit der Raffinirmutterlauge zu begiefsen, welche blos die fremden Salze auflösen wird; oder auch mit kaltem Wasser in Fässern auszulaugen, da dieses mehr Chlorkalium und Chlornatrium auflöst, als Salpeter. — Man reinigte früher den Salpeter durch zweimaliges Umkrystallisiren und Kochen mit Kalk, um den Extraktivstoff und das Eiweifs in Schaum zu verwandeln; Salpeter vom zweiten und dritten Sud, *Salp. de second, troisième cuite.*

Man prüft die Beschaffenheit eines Rohsalpeters in Frankreich auf nassem Weg, man übergiefst, nach *Riffault*, den zu prüfenden rohen Salpeter in kleinen Nadeln oder Mehlform mit einer völlig concentrirten Auflösnng von reinem Salpeter, welche nur die fremden Salze auflöst, nicht aber den Salpeter; *Gay-Lussac* hat vorgeschlagen, durch Glühen des S. mit $\frac{1}{2}$ seines Gewichts Kohlenstaub und dem Vierfachen an Kochsalz das salpeters. Kali in kohlens. Kali zu verwandeln, und dieses mittelst Schwefelsänre nnd eines Alkalimeters zu prüfen. — In Schweden beurtheilt man die Güte auf trocknem Weg, indem man den geschmolznen Salpeter auf dem Bruch untersucht. Ganz reiner Salpeter ist grobstrahlig, enthält der Salpeter $\frac{1}{80}$ Kochsalz, so ist der Bruch weniger grobstrahlig, $\frac{1}{40}$ bildet in der Mitte einen nicht strahligen Streifen, $\frac{1}{30}$ macht nur an den Kanten einen strahligen Bruch.

In Oesterreich ist folgende Methode üblich. Man löst 40 Theile getrockneten Salpeter in 100 Theilen destillirtem Wasser von 55° auf, und rührt die Flüssigkeit, in welche ein sehr empfindliches Thermometer, dessen Grade in Viertel getheilt sind, eingetaucht ist, um. Sobald die Krystallisation beginnt, bemerkt man den Temperaturgrad; mit Hülfe von durch Erfahrung gegebnen Tabellen kann man dann aus jener beobachteten Temperatur ersehen, wie viel an reinem Salpeter in jenem geprüften enthalten war. Je mehr nämlich Salpeter in der Auflösung enthalten ist, bei desto höherer Temperatur fängt die Krystallisation an, unbeschadet der mit aufgelösten fremden Salze. Die folgende, von *Huſs* entworfne, Tabelle zeigt, wie viel, bei einer gegebnen Krystallisationstemperatur, in 100 Theilen Wasser salpeters. Kali aufgelöst, und daher in 100 Theilen des geprüften Salpeters enthalten ist. Diese Tabelle hat aber den Fehler, daſs bei ihrer Entwerfung übersehen wurde, daſs Wasser, welches Kochsalz enthält, mehr Salpeter auflöst, als destillirtes. Diese Unrichtigkeit hat aber meist für die Praxis keinen Nachtheil; die Tabelle zeigt die Salpeterprozente, die man beim Läutern erhalten kann. Denn so viel sie bei stark mit Kochsalz vermengten Salpetern zu wenig an letztern angiebt, so viel wird beim Raffiniren durch sich ausscheidendes Chlorkalium etc. mit entfernt. Da dieser Antheil S. aber wieder gewonnen werden kann, so wird dem Produzenten durch die Probe dennoch Schaden zugefügt.

Temperatur. *R.* Therm.	100 Theile d. Auflös. enthalten Salpeter.	100 Theile d. gepr. Salp. enthalten an reinem Salp.	Temperatur. *R.* Therm.	100 Theile d. Auflös. enthalten Salpeter.	100 Theile d. gepr. Salp. enthalten an reinem Salp.
+ 8°	22,27	55,7	+ 14,25°	30,00	75
8,25	22,53	56,3	14.50	30,36	75,9
8,50	22,80	57,0	14,75	30,72	76,8
8,75	23,08	57,7	15	31,09	77,7
9	23,36	58,4	15,25	31,46	78,6
9,25	23,64	59,1	15,50	31,83	79,6
9,50	23,92	59,8	15,75	32,21	80,5
9,75	24,21	60,5	16	32,59	81,5
10	24,51	61,3	16,25	32,97	82,4
10,25	24,81	62	16,50	33,36	83,4
10,50	25,12	62,8	16,75	33,75	84,4
10,75	25,41	63,5	17	34,15	85,4
11	25,71	64,3	17,25	34,55	86,4
11,25	26,02	65	17,50	34,90	87,4
11,50	26,32	65,8	17,75	35,38	88,4
11,75	26,64	66,6	18	35,81	89,5
12	26,96	67,4	18,25	36,25	90,6
12,25	27,28	68,2	18,50	36,70	91,7
12,50	27,61	9	18,75	37,15	92,9
12,75	27,94	69,8	19	37,61	94
13	28,27	70,7	19,25	38,08	95,2
13,25	28,61	71,5	19,50	38,55	96,4
13,50	28,95	72,4	19,75	39,03	97,6
13,75	29,30	73,2	20	39,51	98,8
14	29,65	74,1	20,25	40	100.

Schols in den J. d. p. I. Bd. 1. S. 408.

Ueber die Darstellung, Läuterung und Prüfung des S. siehe *Meyers* Vorträge über Artillerie-Technik, Theil 1. S. 6 u. f. — D. t. Tom. 14. pag. 356.

Man hat in der neusten Zeit angefangen, das salpeters. Natron, welches in Peru in überaus groſsen Massen vorkommt, durch kohlens. Kali zu zerlegen, wodurch salpeters. Kali und kohlens. Natron gewonnen werden.

Der Salpeter krystallisirt in 6seitigen Säulen mit 4 schmalen und 2 breiten Flächen, auf letztern ist eine 2flächige Zuschärfung aufgesetzt. Die Krystalle zeigen Längenstreifen, enthalten in der Längenaxe kleine Spalten, in welchen sich Mutterlauge befindet; specif. Gewicht 1,93 bis 2,0. Er besitzt einen kühlenden, bitterlich-scharfen Geschmack, ist geruchlos, luftbeständig (wird nur dann feucht, wenn er zerflieſsliche Salze enthält), schmilzt vor der Rothglühhitze bei 350°, ist dann ölartig, dickflüssig, gesteht nach dem Erkalten zu einer festen, im Bruch grobstrahligen Masse (vergleiche oben Seite 314), welche man ehemals Prunellensalz, *Sel de prunelle, Sal prunelle,* auch *Cristal minéral* nannte. Erhitzt man ihn stärker, so zersetzt er sich leicht, und liefert Sauerstoffgas, indem salpetrigs. Kali, endlich selbst Kali zurückbleibt (vergl. vorn beim Sauerstoff Seite 75). Es ist daher groſse Vorsicht nöthig, wenn man den Salpeter schmelzt, um ihn in Kuchenform zu transportiren, damit nicht ein Theil desselben sich durch zu groſse Hitze, oder hineinfallende Kohle u. dergl., entmische. Er löst sich in $7\frac{1}{2}$ Theilen Wasser von 0°, in fast $3\frac{1}{2}$ Theilen von 18°, in $1\frac{1}{3}$ von 45°, in weniger als $\frac{1}{2}$ Theil Wasser von 90°, und in 0,4 Wasser von 100° auf. In Weingeist löst er sich sehr wenig, in absolutem Alkohol gar nicht auf. Mit Kochsalz gemengt in Wasser gelöst, zersetzt sich ein Theil S., indem sich salpeters. Natron und Chlorkalium bilden. Streut man ihn auf glühende Kohlen, so befördert derselbe durch Sauerstoffgasentwickelung das Verbrennen derselben (verpufft), eben so geschieht es auch mit Schwefel; wenn man eine Mengung beider in einen glühenden Tiegel trägt, so erfolgt ein augenblickliches heftiges Verbrennen. Ein Gemeng von Phosphor und S. kann durch einen Hammerschlag unter heftigem Knall entzündet werden. Der S. besteht aus 46,55 Kali und 53,45 Salpeters.

Man wendet den Salpeter an: 1) zur Darstellung des Pulvers, (des Knallpulvers, Schnellflusses etc.), 2) zur Bereitung der Schwefelsäure; 3) zur Darstellung der Salpetersäure; 4) in der Glasfabrikation; 5) in der Medicin; 6) zur Bereitung verschiedner Arzneimittel und technisch-chemischer Präparate; 7) zur Bereitung des reinsten kohlens. Kalis, (*Nitrum fixum*) des sogenannten weiſsen Flusses; 8) zum Einpökeln des Fleisches, (Schlackwürste);

9) in der Landwirthschaft zur Konservation der Getreidearten etc. Man bezieht den Salpeter meist aus Ostindien, wo er zu wohlfeilern Preisen geliefert wird, als man ihn bei uns schaffen kann.

Die Einfuhr an Salpeter betrug im preuſs. Staat

1828.	29.	30.	31.
24591 Centn.	16730	9742	22204.

Literatur. Ueber die Gewinnung des Salp. in Frankreich, A. d. ch. Tom. 20. p. 298. — J. d. p. I. Bd. 2. S. 436. Bd. 3. S. 447. — D. p. J. Bd. 7. S. 497. Bd. 9. S. 266. — S. in Ceylan das. Bd. 18. S. 397. — *Liebig* in den A. d. ch. Tom. 35. p. 329. — *Gaultier de Claubry* in E. J. Bd. 17. S. 296.

Knallpulver, *poudre fulminant*, *fulminating powder*; mengt man 3 Theile Salpeter, 1 Theil Schwefelpulver und 2 Theile Pottasche und erhitzt das Gemeng, so erzeugt dasselbe einen heftigen Knall so wie der Schwefel geschmolzen ist. Die gewaltsame plötzliche Entwickelung von Stickstoffgas aus der Salpetersäure und kohlensauren Gas erzeugt den Knall, während sich schwefels. Kali bildet. — *Brianchon* in den A. d. ch. T. 29. p. 53. — *Landgrebe* in S. n. J. Bd. 22. S. 105. — *Schmidt* das. Bd. 11. S. 66. — *Shaw* in D. p. J. Bd. 38. S. 14. — *Meyer* im J. d. pr. Ch. Bd. 2. S. 110. — Schnellfluſs, *poudre de fusion*; man mengt 3 Theile getrockneten Salpeter, 1 Theil Schwefelpulver und 1 Theil Sägespähne mit einander. Bringt man in dieses Gemisch eine Kupfer- oder Silbermünze und zündet dasselbe an, so schmilzt diese ein; dies ist daraus erklärlich, daſs sich Schwefelkupfer, oder Schwefelsilber bilden, welche leicht schmelzen.

Schieſspulver, *Poudre à tirer*, *Poudre de guerre*, *Gunpowder*. *Roger Baco*, welcher im 13ten Jahrhundert lebte *), beschrieb die Bestandtheile, Bereitung und Wirkung des Pulvers lange vor *Berthold Schwarz*.

Zur Verfertigung des Pulvers gehören 3 Ingredienzien, Salpeter, Kohle, Schwefel. Von der Reinigung des Salpeters war im Vorhergehenden die Rede, enthält derselbe Kochsalz, so erzeugt diese Verunreinigung den doppelten Nachtheil, erstlich daſs Kochsalz kein Sauerstoff lieferndes Salz ist, die Gasmenge beim Abbrennen nicht vermehrt, und zweitens daſs dann auch salpeters. Natron mit vorhanden ist, welches feucht wird und dadurch das Pulver verschlechtert.

Was die Kohle betrifft, so ist nicht jede vegetabilische Kohle brauchbar, man giebt den aus möglichst reiner Faser dargestellten leichten, wenig Asche gebenden, daher wenig kohlens. Kali enthaltenden, möglichst wenig hygroskopisch wirkenden Kohlen den Vorzug. Am meisten steht die Kohle aus Flachs oder Hanf in Ansehen, welche aus reiner Faser dargestellt, sodann die Kohle von Faulbaum-, Hasel-, Weiden-, Erlen-, Pappeln-, Hollunder- Lindenholz, Taxus, Cornelkirsche u. a. m.; Kohlen von harzigen Hölzern sind unbrauchbar. Nicht allein auf die Qualität des Holzes zur

*) Er starb 1294.

Kohlebereitung kommt es an, sondern auch noch hauptsächlich auf die Art der Verkohlung. Man zieht die durch Verkohlung in verschloſsnen Gefäſsen mit Ausschluſs der Luft erhaltne Kohle der Grubenkohle vor, zu welchem Ende man Oefen erbaut, in denen eiserne Verkohlungscylinder eingesetzt werden (vergl. Bd. II. über die Verkohlung des Holzes). Glüht man die Kohle bei der Darstellung bis die Gasentwickelung völlig aufgehört hat, so ist dieselbe todt gebrannt und für die Pulverbereitung untauglich, sie ist schwer entzündlich, ein guter Wärmeleiter. Dagegen ist eine Kohle von brauner Farbe, welche man erhält, wenn die Verkohlung zeitig unterbrochen wird, sehr entzündlich, und dadurch zu Militärpulver selbst nicht anwendbar; sie enthält noch Wasserstoff (und Sauerstoff). Die fertigen Kohlen werden glühend in blechernen Gefäſsen abgekühlt, um nicht mit der Luft in Berührung zu kommen. Soll die Kohle längere Zeit aufbewahrt werden, so geschieht es zweckmäſsiger in Stücken, als in Pulverform, denn frisch bereitete Kohle zieht gepulvert so mächtig Sauerstoffgas an, daſs sie sich bis zum Glühendwerden erhitzt, und zwar in Fässern bis auf eine Tiefe von $\frac{3}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Fuſs; tiefer ist die Kohle wenig erwärmt. Am leichtesten entzündet sich die schwarze Kohle, doch gehören Massen von wenigstens $\frac{2}{3}$ Centner dazu. Salpeter oder Schwefel, mit Kohle zusammen gepulvert, verhindern die Selbstentzündung der Kohle, doch wird Luft absorbirt und es entbindet sich Wärme dabei, (siehe vorn Seite 112.). — Der Schwefel muſs gehörig geläutert werden, damit die fremden, erdigen Theile nicht mit in die Mischung des Pulvers gelangen, (vergl. vorn Seite 146).

In Betreff der Mengungsverhältnisse dieser 3 Stoffe zur Pulverbereitung, **Pulversatz**, *dosage*, arbeiten die Pulvermühlen nach verschiednen Vorschriften.

Pulversorten	Bestandtheile. Salpeter.	Schwefel.	Kohle.
Preuſsisches Militärpulver	75	11,5	13,5.
Französisches und Englisches	75	12,5	12,5.
- von *Champy No.* 2.	80	5	15.
- Jagdpulver von *Bouchet*	78	9,12	12,88.
Englisches *Dartford-powder*	79,7	7,82	12,48.
Berner geschliffnes	76	10	14.
Schwedisches	76	9	15.
Oestreichisches Musketenpulver	72	16	17.

Die Darstellung des Pulvers in den Pulvermühlen, *poudreries, powder-mills* ist im Allgemeinen folgendermaſsen. Der Salpeter, in kleinen Krystallen raffinirt, wird durch ein Drahtsieb geschlagen, der geläuterte Schwefel durch ein Stampf- oder Mühlwerk mit hölzernen Läufern, oder in Trommeln mit Bronzekugeln, zer-

kleinert (ebenso die Kohlen), sodann gesiebt. Man wiegt nun die erforderlichen Mengen ab und verfährt auf verschiedne Art. Man wendet von Alters her zum Zerkleinern und Mengen der Masse Stampfen *pilons*, *stampers*, *pestles* an, welche am untern Ende einen bronznen Schuh haben, und in den Trögen eines eichnen Löcherbaums, *pile à mortier*, sich auf und ab bewegen; jeder Trog faſst etwa 40 Pfd. Zuerst giebt man die Kohlen mit Wasser angefeuchtet hinein, um das Stäuben zu vermeiden, später den schon zerkleinerten Salpeter und Schwefel. Alle Stunden wird die Masse mit kupfernen Spaten aus einem Trog in den andern gebracht, *rechange*, hin und wieder, besonders im Sommer, angefeuchtet, bis nach Verlauf von 14 Stunden die Masse gehörig fein, innig gemengt und verdichtet ist. — Statt der Stampfen bedient man sich auch zum Mengen und Verdichten der Walzen. Man läſst auf einem horizontal gelagerten Bodenstein aus Marmor, welcher mit einem hölzernen Rand versehen ist, vermittelst marmorner Läufer, *bed-stones*, die an einer stehenden Welle mit zwei Armen sich vertikal bewegen, den Pulversatz mengen und verdichten, zwischen ihnen sind kupferne Abstreichmesser angebracht, um die steife Masse abzustreichen, damit sie sich besser mengen lasse. Man hat auch auf eichnen Bodenplatten bronzne Läufer, ja auf guſseiserner Bahn guſseiserne Läufer sich bewegen lassen. Die Walzwerke sollen die Masse nicht so erhitzen, als die Stampfen, weil hier andere Stellen abwechselnd unter die Walzen kommen und nicht, wie bei erstern, stets dieselben Punkte getroffen werden. Jedes Steinchen ist bei dieser Arbeit Gefahr bringend. Wegen möglicher Explosionen sind die Dächer mit Klappen versehen, welche dann aufgeschlagen werden; man hat auch vorgeschlagen, über den Walzmühlen ein Wassergefäſs mit Ventil anzubringen, welches sich bei einer Explosion öffnet *). Der Pulversatz hat die Gahre, wenn derselbe salbenartig, dann wird er noch durch langsame Umgänge der Walzen zusammengepreſst. — Endlich geschieht auch wohl das Mengen auf die Art, daſs man die gepulverten und gesiebten Materialien nebst zinnernen Kugeln in hölzerne, auch lederne, Trommeln thut, welche durch ein Mühlwerk um ihre Axe gedreht werden können, wobei eine Erwärmung bis 40° statt findet. Das Gemeng wird mit Wasser genetzt, um gekörnt zu werden, vorher aber noch mit einer hydraulischen Presse gepreſst (revolutionäre Methode). Statt der Wasserpresse hat man sich auch einer eigenthümlich konstruirten Walzenpresse bedient; es läuft zwischen einem Walzenpaar, *laminoir*, ein Tuch ohne Ende, auf welchem der Satz aufgegeben und zusammengepreſst wird.

*) *Monk* in D. p. J. Bd. 3. S. 32.

Der durch die so eben beschriebnen Operationen erhaltne Teig, *pâte*, *gâteau*, wird nun gekörnt, *grenage*, *corning*; dieſs geschieht auf verschiedne Art, und die dadurch erzeugten Körner sind theils eckig, theils rund, theils unregelmäſsig weder rund noch vollkommen eckig geformt. Der Teig wird von einem Wassergehalt von etwa 8$^0_0$ auf Siebewerke, *grenoirs*, *sieves*, gebracht, hölzerne Kästen mit einem Boden aus Pergament mit vielen kleinen Löchern, oder mit durchlöchertem Kupferblech. Um die steife Masse durchzupressen dient eine linsenförmige Scheibe aus schwerem Holz, auch wohl noch mit Blei ausgegossen, Läufer, *runner*, kleine Kugeln, die sich auf der Masse hin und her bewegen, oder hölzerne Cylinder, die durch Krummzapfen in den Kästen bewegt werden, während die Siebe durch das Mühlwerk in schüttelnder Bewegung erhalten werden. Dieser Prozeſs wird in Sieben, *guillaume et grenoir*, mit immer enger werdenden Löchern wiederholt, wodurch das Pulver gekörnt und zugleich sortirt wird. Zuletzt gelangen die Körner auf ein Sieb, *égalisoir*, durch welches das Mehlpulver und die kleinen Körner abgesondert werden, die gröbern Körner aber nicht hindurchgehen. Im Durchschnitt geben alle Siebwerke 60$^0_0$ Körner und 40$^0_0$ Mehlpulver. Kanonen- und Sprengpulver pflegt man auch wohl auf folgende Art zu körnen. Die Masse wird, so wie sie von den Mühlen genommen wird, in Tücher eingeschlagen, mit einer hydraulischen Presse stark gepreſst, und die festen Kuchen mit hölzernen Hämmern zerschlagen, zwischen kanellirten bronznen Walzen zerquetscht und dann gesiebt. Das Mehlpulver sowohl, als die gröſsern Körner werden dem Pulversatz wieder zugemischt und noch einmal gemahlen.

Ein ganz eignes Verfahren des Körnens findet bei der *Champy*schen Methode statt. Es werden nämlich in eine Körnungstrommel ganz kleine, durch früheres Aussieben erhaltne Körner geschüttet, dieselben mit in feine Strahlen zertheiltem Wasser bei langsamer Umdrehung der Trommel genetzt; darauf wird gemengter Pulversatz in Staubform hinzugebracht. Die angefeuchteten Körnchen umhüllen sich mit dem Satz und werden dadurch gröſser, die abgesiebten kleinen Körnchen dienen fürs nächste Mal als Kern; die so dargestellten Körner sind ganz rund.

Soll das Pulver nicht noch polirt werden, was hauptsächlich nur mit dem Jagdpulver zu geschehen pflegt, so wird es sogleich getrocknet, wobei es 5$^0_0$ Wasser verliert. Das Trocknen, *séchage*, geschieht entweder durch die warme Luft im Sommer, bei heiterm, trocknem und windstillem Wetter in Trocknenhäusern, *séchoirs*, zu dem Ende breitet man es einige Linien hoch auf Tischen aus, die mit Leinwand belegt sind; oder man trocknet auch das Pulver mittelst heiſser Wasserdämpfe, die man unter Trocknenplatten von Me-

Metallblech hinleitet, auf welchen das Pulver ausgebreitet liegt; oder mit warmer komprimirter Luft von 50 bis 60° C., welche man durch das Pulver, welches auf Wollenzeug ausgebreitet liegt, hindurchleitet, während die feuchte Luft durch angebrachte Züge entweicht. Nicht selten, wenn man zu viel Wasser zum Benetzen angewendet hat, findet man Salpeter in kleinen Krystallen auf den Körnern ausgewittert, was nachtheilig ist, indem das Pulver sich schnell in Staub verwandelt.

Nach dem Trocknen wird es abgestaubt, durch feine Haarsiebe geschlagen, um das entstandne Mehlpulver abzuscheiden, *époussetage.* Darauf wird es in Säcke von grober Leinwand, Drillig, geschüttet, welche in sehr gut gearbeitete, aus trocknem Holz verfertigte Fässer, deren Fugen mit Papier verklebt sind, verpackt werden. Da aber sowohl Leinwand als Holz hygroskopische Körper sind, und dadurch das Pulver verderben kann, so wird das feinere Pulver in lederne Beutel geschüttet, in Fässer eingespundet; das Pulver muſs von Zeit zu Zeit umgepackt werden. Daſs Pulvermagazine entfernt von bewohnten Orten angelegt werden, ohne Gewölbe (ausgenommen in Festungen), umgeben mit einem Erdwall, Blitzableitern an Lantennen, ist bekannt; sie müssen möglichst trocken erhalten werden.

Soll das Pulver noch polirt werden, *lissage, glaced powder,* so geschieht dies also: man schüttet das noch nicht völlig getrocknete Pulver in Tonnen, welche inwendig mit Leisten versehen sind und durch ein Mühlwerk um ihre Axe bewegt werden. Indem nun mit einer gewissen Geschwindigkeit (10mal in der Minute) die Umdrehung vollbracht wird, reiben sich die Körner aneinander und an den Leisten der Trommel ab und werden glatt; darauf wird das Pulver getrocknet, gesiebt etc. Das Poliren vermindert das Abschmutzen, das Feuchtwerden, giebt Glanz, allein ein solches Pulver entzündet sich schwerer.

Ueber die wasseranziehende Kraft des Schieſspulvers, *Lampadius* in E. J. Bd. 10. S. 312.

Eigenschaften eines guten Pulvers. Es besitzt eine bläulichgraue Farbe (Schieferfarbe), eine dunklere, schwarze Farbe zeigt zu viel Kohle oder Nässe an; es muſs ein rundliches, gleiches Korn haben, darf sich nicht zu leicht zerreiben, abfärben, keine harten Theile enthalten. Wird es angezündet, so muſs es schnell abbrennen ohne zu prasseln, ohne einen Rückstand zu lassen, und die Unterlage zu versengen; ein gelber oder schwarzer Rückstand zeigt Ueberschuſs an Schwefel oder Kohle an, so wie das Prasseln Feuchtigkeit, fremde Salze im Salpeter. Soll aber ein gutes Pulver seine vorzüglichen Eigenschaften behalten, so muſs es sorgfältig aufbewahrt werden.

Um Schieſspulver zum Entzünden zu bringen ist eine Temperatur von 300° erforderlich, eine Wärme, welche von der Glühhitze noch ziemlich entfernt ist; ist das Pulver feucht, wie in den Pulvermühlen, so erfolgt erst bei 350° die Detonation, also kurz vor der Rothglühhitze des Eisens. Durch eine Flamme läſst sich Pulver schwerer entzünden, als von glimmenden kohligen Substanzen, im Wasserstoffgas gar nicht, im Stickgas schwierig, in kohlensaurem Gas ziemlich leicht. Durch elektrische Funken kann Pulver entzündet werden, wenn diese vorher durch einen mittelmäſsig guten Leiter gegangen sind, ebenso durch einen heftigen Schlag mit einem schweren Hammer auf einen Ambos, den Stoſs von Eisen gegen Messing, Kupfer, Marmor, Messing gegen Messing, Blei gegen Blei, selbst gegen Holz, wenn es äuſserst heftig geschieht, ebenso wenn man Quarzkörner unter Pulver mengt und ein schweres Quarzstück darauf fallen läſst; durch sich löschenden Kalk, durchs Abbrennen von einer kleinen Menge starken Weingeist, welche auf Pulver geschüttet worden.

Aubert's Versuche über d. Entzündung d. Pulvers in D. p. J. Bd. 21. S. 364. — *Lampadius* in E. J. Bd. 4. S. 145.

Sobald als ein glühender oder brennender Körper mit dem Pulver in Berührung gebracht wird, fängt die Kohle Feuer und augenblicklich erfolgt die Detonation, wird aber das Pulver allmälig bis zur Detonation erhitzt, so entzündet sich der Schwefel zuerst. Es erzeugen sich in Folge des chemischen Entmischungsprozesses bei einem zweckmäſsig gemischten Pulversatz kohlensaures Gas, Stickstoffgas und Schwefelkalium, welches mit etwas Kohle gemengt zurückbleibt; der Sauerstoff der Salpetersäure und des Kalis im Salpeter, welcher hierbei ganz zersetzt wird, erzeugt mit dem Kohlenstoff kohlensaures Gas, während der Schwefel sich mit dem Kalium des Kalis im Salpeter zu Schwefelkalium vereint; Stickstoffgas wird aus der Salpetersäure frei, (Wasserdämpfe aus dem im Pulver vorhandnen hygroskopischen Wasser entwickelt.) — Bei einem Pulversatz von 74,84 Salpeter, 13,31 Kohle und 11,85 Schwefel entwickeln sich, bei einem vollständigen Verbrennen: 48,4 kohlensaures, 10,5 Stickstoffgas und 41,1 Schwefelkalium bleiben im Rückstand. Die erzeugten Gase würden bei 0° einen 450mal gröſsern Raum einnehmen als das Pulver, allein in Folge der beim Verbrennen desselben frei werdenden groſsen Hitze (1000 bis 1200°) werden die Gase mit einer gewaltigen Spannung nach Ausdehnung streben, die Kugel fortschleudern, oder den Fels sprengen.

Die Kohle bedingt die Detonation durch den Salpeter, es würde sich aber ein aus Kohle und Salpeter gemischtes Pulver ohne Schwefel nicht schnell genug durch und durch entzünden, nicht

Digitized by Google

genug kohlens. Gas erzeugen, da dann das Kali unzerlegt bleiben, ja selbst kohlens. Gas absorbiren würde. Der Schwefel trägt allerdings zur Erzeugung von Gasen nichts bei, zersetzt aber das Kali, bildet Schwefelkalium, scheidet den Sauerstoff vom Kalium ab, und bedingt dadurch eine vermehrte Produktion von kohleus. Gas. Salpeter und Schwefel ohne Kohle geben ein schwer entzündliches, langsam abbrennendes, wenig kräftiges Pulver, da sich aufser schwefels. Kali nur wenig schwefligsaures Gas bildet. Die Gröfse und Form der Pulverkörner hat einen bedeutenden Einflufs auf die Heftigkeit der Detonation, wie viele angestellte Versuche gezeigt haben. Je kleiner das Korn, desto rascher das Verbrennen, feinkörniges Pulver zeigt gröfsere Wirkung als grobkörniges; rundes Korn nimmt weniger Feuchtigkeit auf, läfst gröfsere Zwischenräume, als eckiges Pulver, welches letztere aber bei gröfsern Korn weit entzündlicher ist. Je besser das Pulver ist, desto weniger verbrennt Schwefel, und erzeugt schwefligsaures Gas, desto weniger bildet sich Kohlenoxydgas, welches eine Folge von zu grofsem Zusatz an Kohle ist. Kohlens. und schwefels. Kali sind die Folgen von einem unvollkommnen Verbrennungsprozefs, und bleiben nebst Schwefelkalium, unverbrannter Kohle im Rückstand. Dieser ist ein kräftiger Pyrophor, eine schwarzgraue Masse, welche schnell feucht wird, in Wolle oder Papier eingepackt sich schnell bis zum Entzünden der Hülle erhitzt; nach längerm Stehen an der Luft wirkt dieselbe nicht mehr pyrophorisch. Das enthaltne Schwefelkalium ist die Ursach dieser leicht gefährlich werdenden Wirkung (vergleiche vorn Seite 93); bei bronznen Geschützen enthält derselbe auch Schwefelkupfer in Folge der chemischen Einwirkung des Schwefelkaliums auf das Kupfer der Geschütze, die dadurch im Kaliber ausgeweitet werden. Aus der Wirkung des Schwefelkaliums auf die feuchte Luft erklärt sich endlich die Erzeugung von hydrothionsaurem Gas.

Wird Pulver auf ein Häufchen geschüttet und angezündet, so verbrennt es vollständig ohne bedeutende Explosion, stampft man es dagegen in ein Gewehr, Geschütz fest ein, setzt eine Kugel oder Pfropfen auf und feuert ab, so verbrennt es mit heftigem Knall, aber nicht vollständig, sondern ein Theil wird unverbrannt herausgeschleudert. Wegen des festen Eindrückens entzündet sich nämlich dasselbe nicht augenblicklich, sondern indem von hinten die Explosion beginnt, wird das vordere vorwärts getrieben, und verbrennt theils noch im Lauf, theils wird es ohne zu verbrennen herausgeschleudert. Die neuern Perkussionsgewehre bedingen dagegen ein vollständigeres Entzünden der Pulverladung, indem die Detonation des Knallquecksilbers einen kräftig zündenden und durchschlagenden Feuerstrahl erzeugt, so dafs man mit einer um $\frac{1}{3}$ ge-

ringern Ladung denselben Effekt erreicht. (Von der Anwendung des chlors. Kalis zur Pulverfabrikation war bereits Seite 307. die Rede.)

Man prüft die Stärke (treibende Kraft) des Pulvers theils im Kleinen mit einer sogenannten Pulverprobe, *éprouvette*, *powder-trier*, einer Art Pistole, an welcher ein in Grade eingetheiltes Rad angebracht ist, welches von einer Feder gehalten wird. Das im Lauf befindliche Pulver muſs nun beim Abbrennen einen am Rad befestigten Arm, welcher die Mündung bedeckt, zurückstoſsen, und dadurch wird das Rad um ein gewisses herumgedreht. Im gröſsern Maaſsstab gebraucht man Probemortiers, *mortiers-éprouvettes*, um zu sehen, wie weit bei 45° Elevation das Pulver eine Kugel treibt. Diese Probe verdient den Vorzug vor erster. Auch hat man Pulverproben in Form von Federwagen, *éprouvettes à main de Regnier*, Pendel mit Gradbogen, *fusil-pendule* etc. Die Methoden Pulver zu analysiren findet man kurz angegeben in *Berzelius*'s Lehrbuch d. Chemie Bd. 2. — D. p. J. Bd. 6. Seite 43. — K. A. Bd. 7. S. 223.

Gebrauch des Pulvers zum Schieſsen, Sprengen von Gestein, Bauwerken, Baumwurzeln, zum Reinigen der Luft in lang verschloſsnen Räumen, zu Feuerwerken, Fanalen, (zum Treiben von Maschinen, (?) Explosionsmaschinen, wo durch das Entzünden von Pulver Bewegung erzeugt und mitgetheilt wird.)

Literatur: D. p. J. Bd. 15. S. 492. — *Aubert* das. Bd. 16. S. 261. — Das. Bd. 21. S. 557. — *Prechtl* in den J. d. p. I. Bd. 9. S. 1. — *Shaw* in D. p. J. Bd. 27. S. 277. — *Meyer* in E. J. Bd. 6. S. 383. Bd. 10. S. 527., 529. Bd. 13. S. 133. Bd. 17. S. 372. Dessen Vorträge über die Artillerie-Technik Bd. 1. S. 3. u. f., welches Werk hier vorzugsweise benutzt worden. — B. K. u. G.bl. 1827. S. 475. 1830. S. 327. — *Ure* in D. p. J. Bd. 39. S. 269. — *Becker* in E. J. Bd. 14. S. 323. — D. p. J. Bd. 47. S. 74. — E. J. Bd. 16. S. 261. — D. t. Tom. 17. p. 346. „Poudre à canon."

Zum Behuf der Feuerwerkerei, *pyrotechnie*, werden dem Pulver noch eigne Zusätze beigemischt, oder in andern Proportionen Schwefel, Kohle und Salpeter gemischt. Man braucht dazu Eisen-, Kupfer-, Messingspähne, Zinkfeilich, Schwefelspieſsglanz, Schwefelarsenik, Blutstein (Eisenoxyd), Bernstein, Kolophonium, (für Theaterfeuer auch salpeters. Strontian, chlors. Kali), Grünspan, Kupfervitriol, Salmiak. — Rothfeuer 40 Theile salpeters. Strontian, 13 Schwefelblumen, 5 chlors. Kali, 4 Schwefelspieſsglanz. — Weiſsfeuer Salpeter 48 Theile, Schwefel $13\frac{1}{3}$, Schwefelspieſsglanz $7\frac{1}{3}$; 24 Salpeter, 7 Schwefel, 2 Realgar; 75 Salpeter, 24 Schwefel, 1 Kohle; 100 Mehlpulver, 25 Guſseisenspähne. — Blaufeuer Mehlpulver 4 Theile, Salpeter 2, Schwefel, Zinkpulver 3 etc. — *Ruggieri* élémens de pyrotechnie, 3me édit. Paris 1821. — *Meyer* Vorträge über Artillerie-Technik Bd. 1. Ferner in E. J. Bd. 16. S. 139., 437., 440. Bd. 17. S. 380. — D. p. J. Bd. 11. S. 255. — *Congreve* das. Bd. 16. S. 55.

Kieselsaures Kali, ***Silicate de Potasse, S. of P.*** **Kali kann sich in mehrern Verhältnissen mit Kieselerde verbinden, mehrere solche Verbindungen kommen im Mineralreich vor: im Feldspath,**

Glimmer, (Leucit, Apophyllit, Chabasie, Harmotom), mit kiesels. Thonerde, kiesels. Kalk, in welchen die Sauerstoffmenge der Kieselerde zu der des Kalis sich verhält = 2, 3, 6 : 1. Von den wichtigsten derselben wird bei der Thonerde, beim Kalk etc. die Rede sein. Durch Kunst kann man verschiedne Verbindungen des Kalis mit Kieselerde darstellen.

Eine sehr basische Verbindung beider ist die Kieselfeuchtigkeit, *Liqueur des cailloux*, durchs Zusammenschmelzen von 1 Theil Quarzpulver und 3 Theilen kohlens. Kali erhalten. Eine durchsichtige, farblose (grünliche) Glasmasse, die sich in Wasser leicht auflöst, an der Luft feucht wird, und mit einer Säure vermischt Kieselerdehydrat als eine gallertartige Masse absetzt. Man stellt eine solche Verbindung dar, um reine Kieselerde zu bereiten (siehe Seite 247.), bei jedem Aufschliefsen Kieselerde enthaltender Fossilien; zu dem Ende werden dieselben fein gepulvert mit 3 bis 4 Theilen kohlens. Kali (oder Natron) gemengt geschmolzen.

Wasserglas, *verre soluble*, von *Fuchs* 1818 dargestellt, erhält man durchs Zusammenschmelzen von 3 Theilen feinen Quarzsand, 2 Theilen gereinigter Pottasche und $\frac{1}{5}$ Kohlenpulver; der Zusatz von letzterm geschieht deshalb, um die Schwefelsäure, welche in dem in der Pottasche befindlichen schwefels. Kali enthalten ist, zu zersetzen, und so alles vorhandne Kali zu benutzen. Die Schmelzung geschieht am sichersten und wohlfeilsten in einem Glashafen. Die Glasmasse ist grauschwarz, porös, verliert an der Luft durch Anziehen von etwas Wasser den Glasglanz; setzt man sie im gepulverten Zustand an die Luft, so wittern die fremden Salze aus, welche in der gereinigten Pottasche noch enthalten waren, und lassen sich dann durch kaltes Wasser leicht abspühlen. Darauf löst man das gepulverte Wasserglas in 5 bis 6 Theilen kochenden Wasser auf, indem man es in kleinen Portionen hinzusetzt. Die Auflösung kann man zur Syrupsdicke, zu einem specif. Gewicht von 1,25 eindunsten; in diesem Zustand wird sie von der Kohlensäure der Luft nicht verändert, wohl aber dünnflüssig. Sie ist opalisirend, reagirt und schmeckt alkalisch, und enthält, bei obiger Dichtigkeit, 28% wasserfreies kiesels. Kali, läfst sich mit Wasser beliebig verdünnen. Allmälig eingetrocknet erhält man eine farblose, durchscheinende Glasmasse, von muschligem Bruch, Glasglanz, welche durch die Kohlensäure der Luft nicht verändert wird. Es ist nach *Fuchs* aus 70 Kieselerde, 30 Kali zusammengesetzt.

Man bedient sich dieses Wasserglases als Ueberzug für Gegenstände aus Holz, Leinwand, Papier, um sie dadurch vor dem Anbrennen zu schützen. Sie werden mit einer Auflösung des Glases bestrichen, welcher irgend eine feuerfeste Körperfarbe hin-

zugesetzt wird, als Kreide, gelbe und grüne Erde, Thon, Knochenasche, Glaspulver, auch Bleiglätte, letztere ganz besonders bei Leinwand. Hin und wieder fand man aber das Glas leicht abspringend, es bekam Haarrisse, welches vielleicht nur daran gelegen haben mag, daſs nicht genau nach den Angaben verfahren worden war. Man hat das Wasserglas auch auf Metall versucht, zum Kitten von Glas, Porzellan (zur Glasur von Töpfergeschirr). Im neuen Münchner Theater hat man alle leicht feuerfangenden Gegenstände damit überzogen.

Fuchs in D. p. J. Bd. 17. S. 465.

Vom Glas siehe unten beim „kiesels. Natron."

Zweites Kapitel.

Vom Natrium.

Natrium, *Sodium*, (Na), wurde von *Davy* 1807 entdeckt (vergleiche das beim Kalium Gesagte); man gewinnt es aus geglühtem weinsteins. Natron mit einem Zusatz von Kohlenpulver durch Destillation aus eisernen Retorten, und bewahrt es unter Steinöl.

Es ist silberweiſs, stark glänzend, specif. Gewicht 0,9722 bei 15°, bei der mittlern Temperatur der Luft ist es weich, bei 90° flüssig, wird in höhern Hitzgraden verflüchtigt; zersetzt das Wasser ohne zu verbrennen, wenn es aber mit wenig Wasser befeuchtet wird, brennt es; (es entwickelt bei einer langsamen Zersetzung nicht so viel Wärme, als das Kalium, weshalb die Entzündung schwieriger erfolgt). Nächst dem Kalium hat es die gröſste Verwandtschaft zum Sauerstoff, und wird zu chemischen Analysen verwendet.

1) **Natriumsuboxyd**, ($\dot{\bar{N}}a$), dunkelgrau, ähnlich wie Kaliumsuboxyd.

2) **Natriumoxyd**, *Protoxide de Sodium, P. of S.*, **Natron**, *Soude, Soda*, (Mineralalkali, *Alkali minéral, Mineral alkali*), ($\dot{N}a$), kommt in der Natur an verschiedne Säuren gebunden vor, als an Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Borax-, Salpeter-, Kieselsäure u. a. m., im Mineral-, Pflanzen- und Thierreich; mehrere Fossilien enthalten dasselbe, als: Natrolith, Sodalith, Analcim, Zeolith, Albit, Labrador, Lava, Basalt, Chabasie, Mesotyp, Mesolith, Mesole, Skapolith, Natronspodumen, Eläolith etc.

Das reinste, von Hydratwasser freie, Natron erhält man nur allein durchs Verbrennen des Natriums, es besteht aus: 74,42 Natr.

und 25,58 Sst. — Natronhydrat wird auf folgende Weise, wie Kalihydrat, dargestellt (siehe oben). Man nimmt reinstes krystallisirtes kohlens. Natron, löst es in 8 bis 10 Th. destillirten Wasser auf, setzt ⅔ frisch gebrannten Marmor, welcher vorher zu Hydrat gelöscht worden ist, hinzu und kocht in einem silbernen Kessel. Wendet man völlig wasserfreies kohlens. Natron an, so würden 2 Theile reinster Kalk nöthig sein. (Das weitere Verfahren und die Erklärung desselben ist gleich mit der beim Kali Seite 282. gegebnen.) Man kann auch aus dem reinen schwefels. Natron durch Aetzkali Natron ausscheiden, indem das schwefels. Kali, welches sich dabei bildet, auskrystallisirt; die Flüssigkeit wird dann zur Honigdicke eingedampft, und mit Alkohol behandelt, durch welchen jede Spur des letztern abgeschieden wird. Das übrige Verfahren ist wie beim Kali. (Auf 100 Theile krystall. Glaubersalz sind 25,4 geschmolznes Kali nöthig.)

Das Natronhydrat, *Hydrate de Soude, H. of Soda,* Aetznatron, *Caustic Soda,* ($\dot{N}a\dot{H}$), ist eine weiſse, spröde Masse von fasrigem Bruch, specif. Gewicht 1,536, schmilzt unter der Rothglühhitze, schmeckt sehr scharf, ätzend, alkalisch, löst sich leicht in Wasser und Alkohol auf, zieht an der Luft Kohlensäure, wenig Wasser an, und zerfällt zu trocknem kohlens. Natron; giebt mit Fetten, Oelen, Wachs, Harz Seifen, von denen erstere sich in Wasser auflösen, letztere nicht; zerstört thierische Gebilde, Wolle, Haare, Seide, Horn, löst Thonerde, Kieselerde, Schwefel, einige geschwefelte Metalle auf. Es besteht aus: 77,66 Natr. und 22,34 Wasser, steht in der Verwandtschaft zu den Säuren dem Kali nach.

Natron unterscheidet sich vom Kali dadurch, daſs eine Auflösung desselben, oder eines Natronsalzes, in eine spirituöse Auflösung von Chlorplatin geschüttet keinen Niederschlag erzeugt, während Kali oder Kalisalze einen eigelben hervorbringen. Bringt man eine völlig concentrirte Auflösung von Weinsteinsäure mit Natronauflösung zusammen, so erzeugt sich kein Niederschlag, Kali dagegen bringt Krystalle von Weinstein hervor, die sich entweder sogleich nach dem Umschütteln, oder bald darauf abscheiden. (Gleich verhält sich auch eine Auflösung von schwefels. Thonerde; durch Zusatz von Kali entsteht der schwer lösliche Kalialaun, welcher sich absetzt, durch Natron dagegen leicht löslicher Natronalaun, wobei kein Niederschlag fällt.)

Aetznatronlauge, *Lessive caustique de Soude, Caustic ley of Soda,* eine Auflösung des Natronhydrats in Wasser, wird zum chemischen Gebrauch wie oben schon gelehrt worden ist, rein, angefertigt. Eine farblose, oder wenig gelbliche Flüssigkeit, deren specif. Gewicht verschieden ist, wie nachstehende Tabelle angiebt; sie besitzt einen eignen Geruch, setzt, wenn sie sehr concentrirt ist, in der Kälte tafelförmige Krystalle ab.

Tabelle
über den Gehalt einer Aetznatronlauge an Aetznatron.
Nach *Richter.*

Specif. Gewicht.	Natronprozente.	Specif. Gewicht.	Natronprozente.	Specif. Gewicht.	Natronprozente.
1,00	0,00	1,14	12,81	1,28	26,33
1,02	2,07	1,16	14,73	1,30	28,16
1,04	4,02	1,18	16,73	1,32	29,96
1,06	5,89	1,20	18,71	1,34	31,67
1,08	7,69	1,22	20,66	1,35	32,40
1,10	9,43	1,24	22,58	1,36	33,08
1,12	11,10	1,26	24,47	1,38	34,41

Aetznatron und Natronlauge dienen nicht allein zum chemischen Gebrauch, sondern hauptsächlich auch in der Technik zum Seifesieden, in Frankreich und England zum Bleichen. Zu diesem Behuf verfertigt man Natronlauge also. Man bedient sich der rohen Soda, oder des gereinigten krystallisirten kohlens. Natrons, und eiserner Laugefässer, wie bereits oben Seite 285. bei der Bereitung der Kalilauge angegeben worden ist. Will man rohe Soda anwenden, so muſs sie erst fein gemahlen werden, das Auslaugen selbst erfordert mehrere Laugefässer, einen groſsen Raum, daher und weil überhaupt dieses rohe Produkt bei weitem Transport viele Frachtspeesen und Verpackungskosten erzeugt, bedient man sich nicht selten des zerfallnen gereinigten kohlens. Natrons. Auf 110 Pfund gemahlne rohe Soda rechnet man 40 Pfund frisch gebrannten Kalk. Man bringt die zerkleinerte Soda, oder das kohlens. Natron, in ein Laugefaſs von Eisen, (letzteres wird eingedrückt), übergieſst es mit weichem Wasser oder rückständiger schwacher Lauge. Nach mehrern Stunden wird die klare Lauge abgezapft, neues Wasser aufgeschüttet, bis endlich nichts mehr ausgezogen wird, das Aräometer 0° zeigt. (Die Laugen unter 6° B. werden besonders gesammelt, und statt Wasser aufgegossen.) Sämmtliche Laugen werden sodann auf einen Kalkäscher gebracht, d. h. auf ein mit zu Hydrat gelöschten Kalk gefülltes Faſs. Indem nun die kohlens. Natron enthaltenden Laugen langsam durch den gelöschten Kalk sich hindurch ziehen, wird kohlens. Kalk erzeugt und das Natron ätzend; es werden die Laugen so lange aufgegeben, bis sie nicht mehr Kalkwasser trüben. (Von den Laugebehältern siehe das oben beim Kali Seite 285. Gesagte; über die Prüfung der Lauge Seite 286., 296., vorzüglich 347.) — Sodalaugen enthalten nicht selten Schwefelnatrium, dies findet man mittelst einer Lösung von essigs. Bleioxyd. Der Schwefelgehalt der Laugen ist Ursach der Marmorirung in der Seife.

3) Natriumüberoxyd, ($\ddot{Na}$), eine schmutzig grüngelbe Masse, welche durchs Auflösen in Wasser sich in Natron und Sauerstoffgas zerlegt.

Natrium verbindet sich mit Schwefel in eben so vielen verschiednen Verhältnissen, wie das Kalium (siehe oben Seite 287.); die Verbindungen werden auf gleiche Weise dargestellt, und besitzen auch mit jenen gleiches Verhalten. Das einfache Schwefelnatrium, *Sulfure de Sodium*, *Sulphide of S.*, (NaS), durch Reduktion des schwefels. Natrons mit Kohle erhalten, krystallisirt in 4seitigen Säulen, schmeckt beiſsend, nach faulen Eiern, alkalisch, wird feucht und oxydirt sich an der Luft zu schwefels. Natron, löst sich in Wasser leicht, in Weingeist schwer auf, besteht aus: 59,12 Natr. und 40,88 Schwefel, löst Schwefelarsenik, Schwefelantimon auf. — Man hat sich des Schwefelnatriums zur Darstellung von kohlens. Natron bedient.

Chlornatrium, *Chlorure de Sodium*, *Chloride of S.*, Salzsaures Natron, *Hydrochlorate (Muriate) de Soude*, *H. (M.) of Soda*, Kochsalz, Steinsalz, Seesalz, *Sel marin*, *Sel gemme*, *s. de roche*, *common Salt*, *sea salt*, *bay salt*, *rock salt*, ($Na\bar{C}l$). Es kommt in groſsen Massen als ein Glied der Gebirgsformationen vor, dem Flötzgebirge angehörend, es verbreitet sich über Vertiefungen und Niederungen zwischen Gebirgen, nicht selten erfüllt es Gebirgskessel; man findet es in Flötzen und liegenden Stöcken von gröſserer oder geringerer Mächtigkeit, auch wohl in einen bituminösen Kohlenstoff enthaltenden Thon eingemengt, Salzthon, begleitet von Gyps, Anhydrit, Thon, Mergelschiefer, Thongyps, Sand- und Kalkstein (Erdpech, bituminösem Holz). Ein Steinsalzgebirg erstreckt sich in den Alpen aus Oberösterreich (Ebensee, Ischl, Hallstadt) nach Steiermark (Aussee), Tyrol (Hall), Salzburg und Berchtesgaden (Hallein); in Würtemberg (Jaxtfeld, Wimpfen, Offenau, Rappenau), Baden (Dürrheim, Schwenningen, schwäbisch Hall) findet sich Steinsalz mit Gyps, Thon, Stinkstein, Mergel im Muschelkalk, ebenso zu Buffleben unweit Gotha; im Canton Wallis (Bex) findet sich Steinsalz im Schiefergebirge; in Frankreich (im Dept. de la Meurthe, Vic, Dieuze, Balbronn im Elsaſs, salzführende Keuperlage); in Galizien in einem schwefel- und salzreichen Thon- und Mergelgebild (Wieliczka, Bochnia bei Crakau), in Siebenbürgen (Zlatina, Visachna), in der Moldau (Rymnik); in Spanien in der Kreideformation (Cardona in Catalonien, Poza bei Burgos in Castilien), ebenso kommt auch die Soole in Westphalen, zu Königsborn, Werl, Sassendorf, Salzkotten, Westernkotten etc., zu Lüneburg aus dem Kreidegebirge. In Sicilien, England (Northwich in Cheshire), in Peru, Chile. Endlich giebt es beträchtliche Salzsteppen, Wüsten, wo der Boden mit krystallinisch-körnigem Salz bedeckt ist, am nördlichen Abhang

des afrikanischen Hochlands, (Steppen von Burnu, Darfur, Habesch, Dongoli), in Mittelasien, am kaspischen Meer, im Hochland von Tibet. Salzseen zwischen dem Jaik und der Wolga, in der Krimm, um Baku, im südlichen Afrika, Mexiko.

Das Salz kommt theils in Würfeln vor, theils blättrig, fasrig, derb, nicht selten körnig, durchscheinend bis durchsichtig, zwischen Glas- und Wachsglanz, auch wohl nur schimmernd, specif. Gewicht 2,2 bis 2,3. Es ist entweder farblos, oder grau, roth, bläulich, gelb, grün; grauweiſs von beigemengtem bituminösen Thon, roth und gelb von Eisenoxyd, blau von Manganoxyd, grün (von Chlorkupfer?). Das Steinsalz enthält auſser dem Chlornatrium, was den Hauptbestandtheil ausmacht, Chlorkalium, Chlorcalcium, Chlormagnesium, schwefels. Kalk und Magnesia, Jodnatrium, Brommagnesium, nicht selten etwas bituminösen Mergel, weshalb es schon beim Zerreiben nach Bitumen riecht, (Steinsalz von Vic); es wird meistens beim Liegen an der Luft durch das Chlorcalcium und Chlormagnesium allmälig feucht.

Man gewinnt das Steinsalz bergmännisch, indem man Stollen in den Flötz treibt und abbaut, wodurch gröſsere oder kleinere gewölbte Räume entstehen, die sich auf Salzpfeiler oder Wände stützen; auch durch Tagebau.

Man benutzt dasselbe zu verschiednen Zwecken, das reinere zerstoſsen zum Küchengebrauch, zum Einsalzen von Fleisch, Fischen; das unreine fürs Vieh zur Salzlecke, auch unter das Futter gemischt; zum chemischen Gebrauch, um daraus Salzsäure, Glaubersalz etc. zu bereiten. Häufig wird Steinsalz aufgelöst, künstliche Soole bereitet, und diese dann zu Siedesalz verkocht. Zu dem Ende leitet man in die im Salzstock ausgearbeiteten gewölbten Räume, die Salzkammern, die süſsen Gebirgswasser, und läſst sie so lange darin stehen, bis sie so viel Salz aufgelöst haben, daſs die Soole siedewürdig ist; währenddem setzt sich ein thoniger Schlamm auf dem Boden ab, der das Auflösen des Salzes von der Sohle der Salzkammer hindert. Die künstliche Soole wird dann abgelassen und verkocht (Hallstadt, Ischl, Hallein etc.).

Literatur über Steinsalz: *Dombasle* über das Steinsalz von Vic in G. A. Bd. 64. S. 145., 157., 219. — *Lilienbach* in dem J. d. p. I. Bd. 6. S. 160. — *Charpentier* in P. A. Bd. 3. S. 75. — *Berthier* in K. A. f. B. u. H. Bd. 11. S. 436. — *Thürnagel* das. Bd. 12. S. 337. — *v. Oeynhausen* u. *v. Dechen* das. Bd. 18. S. 243. — *Levallois* in den A. d. M. III. sér. T. 4. p. 37., 321.

Aus dem Meerwasser, welches in der heiſsen Zone in Folge der starken Verdunstung des Wassers mehr, als in der kalten, Salz aufgelöst enthält, aus dem Wasser mehrerer Seen gewinnt man das sogenannte Seesalz, Baysalz; so an den Küsten des Mittelmeers, des atlantischen Oceans, der Nordsee; in Portugal zu

Digitized by Google

St. Ubes, Setuval, Alcacer do sal, in Spanien zu Figueras u. a. a. O., in Frankreich an der Küste des atlantischen Meeres im Dept. de la Charente-inférieure, an dem Mittelmeer im Dept. des Bouches-de-Rhône und de l'Herault, auch im Dept. de la Manche; in Holland, Italien, Illyrien etc.

Das Seewasser enthält zwischen $3\frac{1}{2}$ bis 4 % verschiedner Salze aufgelöst, in 1000 Theilen: 25,0 Kochsalz, 5,8 schwefels. Magnesia, 3,5 Chlormagnesium, 0,2 kohlens. Kalk und Magnesia, 0,1 schwefels. Kalk; auſserdem noch schwefels. Kali und Chlorkalium, beide zu höchstens $\frac{1}{2000}$ der Masse. Auch enthält es noch Jodnatrium, Brommagnesium, letzteres hat *Balard* zuerst aus der Mutterlauge der *marais salans* erhalten (siehe vorn Seite 207). Die Gewinnung des Seesalzes geschieht also: Man legt am Meeresstrand Salzgärten an, *marais salans;* ein groſses Bassin, dessen Sohle mit Thon festgestampft wird, kann vermittelst einer Schleuse, oder auch mittelst Schöpfräder, mit Seewasser gefüllt werden. Aus diesem Wasserreservoir, *jas, vasel*, speist man, nachdem das Seewasser sich in demselben durch Absetzen gereinigt hat, die andern Bassins, *couches, tables, aires, brine-pits,* welche eine groſse Fläche bei sehr geringer Tiefe dem Wasser darbieten, und unter einander durch Kanäle, *gourmas, brassoures*, in Verbindung gesetzt sind. Man giebt den Wasserbehältern absichtlich eine groſse Oberfläche, um das Verdunsten zu befördern, so daſs zuletzt das Seesalz in Krusten anschieſst. Das so gewonnene Salz wird an der Luft ausgebreitet, damit die zerflieſslichen Salze zerflieſsen können, darauf schaufelt man es in pyramidale Haufen, *pilots, vaches*, von 12 bis 18 Fuſs, bedeckt sie mit Binsen, oder läſst sie auch unbedeckt bis zum Verkauf stehen. Die Mutterlauge läſst man ohne weitere Benutzung aus den Behältern ins Meer abflieſsen. Die Arbeit beginnt im März und wird im September eingestellt; je heiſser der Sommer, je windiger das Wetter, desto gröſser ist natürlich die Ausbeute an Salz und umgekehrt.

An einigen Orten wird das Seesalz durchs Abdampfen gewonnen, *(sel ignifère),* wie z. B. in der Nieder-Normandie (Avranchin), in England (Hampshire). Zu Lymington läſst man das Seewasser erst bis auf $\frac{1}{6}$ verdampfen, dann siedet man es in Pfannen; als Nebenprodukt wird im Winter aus der Mutterlauge schwefels. Magnesia gewonnen (siehe bei dieser). In Holland wird das Seewasser vor dem Eindampfen gradirt. Auch durchs Ausfrieren des Seewassers, wie in Sibirien bei Irkutzk und aus dem Ochotzkischen Meere, gewinnt man Seesalz.

Literatur über Seesalzgewinnung: J. d. p. I. Bd. 3. S. 166. — *Heſs* in D. p. J. Bd. 34. S. 424. — *Lessep* in den A. d. M. III. sér. T. 2. p.

153. — *Dubochet* Br. d'i. T. 23. p. 296. — *Parkes* in dem B. d. l. s. d'E. 1828. p. 228.

Das Seesalz ist von verschiedner Farbe, es ist weiſs, grau, röthlich, je nachdem der Thon, welcher auf der Sohle der Behälter liegt, gefärbt ist. Man pflegt daher das Seesalz zu raffiniren; es wird in Meerwasser aufgelöst, und die Auflösung, wie es mit der Soole geschieht, verkocht. Solch raffinirtes Salz, *salt upon salt*, wird sowohl in Nordholland, als auch in England dargestellt.

Analysen einiger Sorten Seesalz; U. D. p. 670. — *Berthier* in D. p. J. Bd. 37. S. 205.

Benennung des Salzes.	Kochsalz.	Schwefels. Magnes.	Chlormagnesium.	Schwefels. Kalk.	Unlösliches.	Feuchtigkeit.	Analytiker.
St. Ubes 1. Qualität	95,19	1,69	0,00	0,56	0,00	2,45	*Berthier.*
- 2. -	89,19	6,20	0,00	0,81	0,20	3,60	-
- 3. -	80,09	7,27	0,00	3,57	0,20	8,36	-
Figueras	91,14	3,54	0,70	0,33	0,00	4,20	-
Lymington	93,70	3,50	1,10	1,50	0,20	0,0	*Henry.*
Lymington cat salt	98,80	0,50	0,50	0,10	0,10	0,0	-
Chester (Steinsalz)	98,30	0,00	0,05	0,65	1,00	0,0	-

Aus dem Meerwasser nehmen die Meergräser Salz auf, woher es denn kommt, daſs die Varecsoda an 56% Kochsalz enthält.

Salzquellen, **Soolquellen**, *sources salées*, *salt-waters*, finden sich in genauem Zusammenhang mit den Steinsalzgebirgen, theils in der Nähe des Vorgebirgs, zwischen Hügeln und Bergen, theils aber auch ziemlich entfernt von Steinsalzablagerungen, welches von der Natur der angränzenden Gebirgslager, von den Ueberlagerungen des Salzgebirgs etc. abhängt. Sie verdanken unstreitig Steinsalzlagern ihr Entstehen, und enthalten Salze in sich, die im Steinsalz gleichfalls angetroffen werden, als in freier Kohlensäure gelöstes kohlens. Eisenoxydul, kohlens. Kalk und Magnesia, Chlornatrium, Chlorkalium, Chlormagnesium, Chlorcalcium, schwefels. Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Brommagnesium (Jodnatrium), Erdharz, Quellsäure.

Man bohrt mittelst Erdbohrer nach Salzquellen, und findet man solche, so dringt durch die letzte Gyps- oder Thondecke das Salzwasser mit groſser Mächtigkeit hervor, wie dies z. B. 1763 zu Dürrenberg der Fall war, wo die Soole eine ¾ Fuſs starke Schicht durchbrach. Man teuft dann einen Schacht ab, und läſst durch verschiedne Bohrlöcher die Soole in den Schacht einflieſsen, oder man setzt unmittelbar in die Bohrlöcher die Saugröhren der Förderungspumpen ein, wodurch die Vermischung mit wildem Wasser vermieden wird. Aus dem Kunstschacht fördert man die

Soole, *saumure, brine,* durch Pumpensätze, und verfährt nach Maſsgabe der Grädigkeit oder Löthigkeit derselben auf verschiedne Weise. Ist die Soole so reich an Salz, daſs sie siedewürdig, (wenigstens 16löthig), so wird sie sogleich versotten, ist sie aber nicht so concentrirt, so wird sie erst durch das Gradiren auf den nöthigen Grad der Concentration gebracht. Da wo die Soole mit unter ihr lagernden Salzstöcken im nächsten Zusammenhang steht, kann man durch fortgesetztes Niedertreiben der Bohrlöcher stärkere Soole gewinnen, wie die Anlagen der neuesten Salinen in Würtemberg, Baden, Hessen beweisen.

Sehr reiche Soolen finden sich in Deutschland zu Lüneburg 25löthig, Reichenhall 23l., Offenau, Wimpfen, Jaxtfeld, Rappenau, Dürrheim 24 bis 26löthig.

Das Gradiren kann auf verschiedne Weise geschehen, am meisten, ja fast ausschlieſslich bedient man sich jetzt der Dornengradirung. Zu dem Ende werden aus Holz konstruirte Gebäude aufgerichtet, Gradirhäuser, *bâtimens de graduation, graduation houses,* welche eine beträchtliche Länge bei nur geringer Tiefe besitzen.

Mittelst des Kunstgezeugs im Kunstthurm wird die Soole aus dem Schacht auf den höchsten Punkt des Thurms in ein Bassin gehoben, von wo dieselbe durch ab- und aufsteigende Röhren auf den First des Gradirhauses aufsteigt, und dort in die Soolenleitung ausflieſst. Meist sind aber auch noch Pumpensätze durch Windkünste, oder durch das Kunstgezeug mittelst Feldgestängen bewegt, zu diesem Endzweck im Gang. Die Gradirhäuser enthalten in dem hölzernen Rahmwerk zwei parallele, aus Bündeln von Schwarzdorn oder Schlechdorn konstruirte, ziemlich hohe Wände, (das Gradirhaus zu Salza bei Schönebeck hat eine Länge von 5817 pr. Fuſs, die Dornenwände eine Höhe von $33\frac{3}{4}$ bis 52 F., überhaupt eine wirksame Dornenfläche von 250000 Quadratfuſs), unter welchen aus Bohlen gezimmerte Soolbehälter liegen, in welchen sich die längs der Dornenwand von oben herabträufelnde Soole sammeln kann. Auf dem First der Gradirhäuser befindet sich ein unbedeckter, in früher angelegten Gradirhäusern mit Dach versehener Gang, längs welchem 2 offene Soolenleitungen laufen, aus denen die Soole mittelst hölzerner Hähne in je 2 Tröpfelrinnen, die zu beiden Seiten einer jeden Dornenwand gelegt sind, sich vertheilt. Diese Rinnen haben an beiden Seiten kleine Ausschnitte, durch welche die Soole möglichst vertheilt längs den Dornenbündeln, sowohl auf der innern als auf der äuſsern Fläche, herabfallen kann. Man unterscheidet Flächengradirung und kubische Gradirung, bei erster liegen nur 2 Reihen Tröpfeltröge, die Soole fällt längs beiden äuſsern Dornenwandflächen herab, bei der letz-

Das Versieden geschieht in den Siedehäusern, **Salzkothen**, Hallen, Soden, in bald gröfsern, bald kleinern, aus starkem Eisenblech verfertigten, flachen, viereckigen Siedepfannen, welche auf Holz-, Stein-, Braunkohlen- und Torffeuerung eingerichtet sind. Ihre Kapacität ist sehr verschieden, in Schönebeck sind deren 22, die kleinsten von 400 Quadratfufs, die gröfste von 1250 Quadratfufs Bodenfläche. Dieselben befinden sich in eigens dazu gebauten grofsen Pfannenstuben, um die Abkühlung von Aufsen abzuhalten; über ihnen ist ein trichterförmig nach oben verengter, hölzerner Schwadenfang angebracht, der den Wasserdunst in einen vertikal aufsteigenden Schlott leitet. Die Pfannen sind theils bedeckt, theils nicht bedeckt.

Die Siedepfannen ruhen auf 4 Umfassungswänden des Heerds *a*, *b*, *c*, *d*, Fig. 4, 5, 6. auf Tafel V. und auf Ribben oder Pfeilern, *e*, *e*, *e* von feuerfesten Steinen, welche innerhalb der Umfassungswände nach verschiednen Richtungen liegen; die Richtungen dieser Ribben, welche zugleich die Feuerzüge bilden, machen den Heerd entweder zu einem Strahlenheerd, oder zu einem Cirkulirheerd. Fig. 5. stellt einen Strahlenheerd dar, Fig. 6. einen Cirkulirheerd, Fig. 4. kann als ein Mittelding zwischen Strahlen- und Cirkulirheerd betrachtet werden. Sehr lange Pfannen (50 Fufs) und dazu gehörige Trocknenräume, können nur durch Strahlenheerde überall gleichförmig durchwärmt werden, bei kürzern Pfannen verdienen Cirkulirheerde den Vorzug. Am vorzüglichsten sind Pfannen von 26 Fufs Länge und 24 F. Breite, und man soll sich von diesen Dimensionen nicht viel entfernen, und den Pfannen höchstens 33 F. Länge und 30 F. Breite geben. Aus der Zeichnung ist zu sehen, dafs man immer doppelte Feuerungen, und zwar am vordern Ende, in der Mitte der Breitenrichtung 2 Roste *f f* neben einander legt, und dafs die Züge jeder Feuerung unabhängig von einander angeordnet, und deshalb durch eine längs des ganzen Heerds laufende Zunge *g* geschieden werden. *h*, *h* sind die Heitzöffnungen, *i*, *i* die Oeffnungen, aus welchen die Flamme nach den Trocknenräumen, und von dort in den Schornstein geht.

Fig. 5. stellt den Strahlenheerd der Siedepfanne im *Heinitz*koth zu Schönebeck dar; 50 F. lang, 25 F. breit, 1250 Quadratf. Bodenfläche; Fig. 6. den Cirkulirheerd einer Siedepfanne zu Colberg, auf Holzfeuerung eingerichtet, 27½ F. lang, 24 F. breit; die Feuerhöhen sind an den verschiednen Stellen der Zeichnung durch Zahlen angedeutet; vorn über dem Rost beträgt sie 24 Zoll, hinten 25 Z. Fig. 4. stellt den Heerd der Pfanne No. 1. im Probekoth zu Schönebeck dar.

Beschreibung der in den Fig. 7, 8, 9. gegebnen Darstellung einer Siedepfanne, Feuerung und Trocknenstube der Saline Dürrenberg, Fig. 9. Grundrifs, Fig. 8. Längendurchschnitt, Fig. 7. Querdurchschnitt. *a* der Feuerrost, welcher nach hinten ansteigt; er ist vorn vom Pfannenboden 31,5 Zoll entfernt. Die Oberfläche des Rosts verhält sich zum Pfannenboden = 1 : 59,5, die Durchschnittsfläche des Luftzugs = 1 : 306. Der Grund des Heerds ist mit Lehm festgeschlagen, mit Mauersteinen gepflastert; das Pflaster läuft von *b* nach *c* an. Ueber dem Heerdpflaster stehen

hen in strahlenförmiger Richtung die Pfeiler *d, d* etc., unten 6 Zoll breit, oben auf 1,5 Zoll verjüngt. Die Pfanne ist so aufgelagert, dafs ihr Boden nach der Mitte zu ein Gefälle von 2,5 Zoll bekommt, (siehe *e, f,* Fig. 8.). Das Feuer verbreitet sich nach allen Richtungen unter der Pfanne, schlägt dann durch mehrere Schlucklöcher *g, g, g* etc. in gemauerte Kanäle *h, h, h,* welche an 3 Seiten um die Pfanne herumlaufen, aus denen es entweder unmittelbar, oder, wo Beipfannen vorhanden sind, wie bei *i* Fig. 9., erst zum Theil unter diese, und sodann aus allen Kanälen, in den Essenstöcken *k, k* aufsteigend, in die Trocknenräume oder Petschen geführt wird. Bei *l, l* befindet sich noch ein Querkanal, durch welchen, mittelst Schieber, der Feuerzug auch in die Hülfsesse *m* geleitet werden kann. Aus den Essenstöcken führen vier viereckige eiserne Wärmekanäle *n, n* den heifsen Rauch durch die Petsche den an der entgegengesetzten Wand befindlichen Hauptessen zu. Die Sohle der Feuerkanäle steigt vom Rost aus, unter dessen Oberfläche sie 6 Zoll tiefer liegt, nach den Essenstöcken ½ Fufs an, in diesen aber steigt der Zug 3 Fufs. Vor dem Schürloch ist eine eigne Esse *o* aufgeführt, um den Rauch (Wolf), der unter besondern Witterungszuständen beim Oeffnen des Schürlochs herausschlägt, abzuleiten. *p, p* eiserne Röhren, welche zu beiden Seiten des Aschenfalls und hinten eingezogen sind (siehe Fig. 7. und 8.), in denen die durch die Kanäle von *q* nach *r* zugeführte kalte Luft durch die Braunkohlenasche erwärmt, unter dem Heerdpflaster durch eiserne Röhren *s* nach *t* in die Petsche geleitet wird. Auf beiden Seiten der Wärmekanäle in der Petsche sind Hordensätze *u, u* aufgestellt, von welchen jede 11 Horden enthält; jede Horde, die unterste ausgenommen, wird mit 60 Pfund Salz 2 Zoll hoch belegt. *v, v* die Ständer, aus denen die Siedesoole in die Pfanne gelassen wird.

Beschreibung der Brodenfänge in Fig. 10. Vor der Pfanne *a, a* stehen zwei Bäume, in welche, so wie in die dahinter liegende Mauer, zwei horizontale Bäume *b, b* eingezogen sind; Säulen *c, c* sind mit eben so vielen Riegeln *d, d* in die Träger gehängt. Bei e ist in die Balken ein in der Mitte vertieftes hölzernes Viereck eingelegt, an welches der aus Brettern konstruirte Brodenfang angenagelt ist. In der Vertiefung sammelt sich die aus den Dämpfen niedergeschlagne Flüssigkeit, und fliefst durch das Rohr *f* nach einem Behälter. An den 3 freistehenden Seiten der Pfannen befinden sich zwei über einander liegende Ladenreihen, die ihre Drehpunkte in den Bäumen *b, b* haben. Hinter die obern, vorher aufgehobnen, und bei *g* angehängten Laden wird das gesogte Salz zum Abtröpfeln geworfen; die zweite Reihe Laden ist zur Bedeckung der Pfanne bestimmt, wird nur beim Krücken aufgemacht und, wie bei *h* zu sehen ist, mit Vorstecker und Bolzen gehalten. Ist das Salz hinlänglich abgetropft, so wird die obere Lade horizontal gestellt, das Salz in kleine Wannen gebracht, und nach der Petsche geschafft. *i, k* die Brodenfänge, *l, m* ein Schlott zur Ableitung der Dämpfe, welche bei geöffneten Laden aus dem Mantel der Pfanne herausschlagen.

Betrieb der Siedung. Man füllt die Pfannen mit siedewürdiger Soole, die im Reservoir sich schon möglichst abgeklärt hat, und

bringt dieselbe zum Aufwallen, schlägt allmälig mehr Soole nach, im Verhältniſs dieselbe durchs Verdampfen sich vermindert, bis sie die höchste Concentration erlangt hat, die Soole gahr ist, was sich durchs Erscheinen kleiner Krystalle an der Oberfläche ankündigt, und genug vorhanden, um eine bestimmte Menge Salz zu liefern. Während dieses Aufwallens und Siedens scheidet sich Erdharz, Extraktivstoff als Schaum ab, welcher abgenommen wird, indem ferner die in der Soole enthaltne Kohlensäure entweicht, kohlensaurer Kalk, Gyps, Eisenoxyd, welche theils einen Niederschlag, den Salzschlamm, *schlot*, bilden, den man zusammenkrückt und herausschafft, theils brennt er als Pfannenstein auf. Dieser Abschnitt in der Siedearbeit, vom ersten Kochen an, heiſst das Stören der Pfanne, das Stören der Soole, *schlotage*. Nun läſst man das heftige Feuer sich langsam mäſsigen, um die gahre Soole zum Krystallisiren, Soggen, Soogen, *soccage, précipitation du sel*, zu bringen und dabei zu erhalten. Während die Wasserdämpfe die sich stets bildenden Salzhäutchen an der Oberfläche durchbrechen, fallen die Salzkrystalle nieder; die Mutterlauge wird allmälig immer specif. dichter, daher muſs die Wärme wieder langsam verstärkt werden, um das Ausscheiden zu erleichtern.

Das beim Soggen (bei 75 bis 90°), auf den Pfannenboden sich sammelnde Salz wird mehrmals mit langen Krücken an die Pfannenborde gezogen, und mit Schaufeln in spitze Körbe gefüllt, welche an den Borden in Lattenrahme eingesetzt sind, oder hinter die Brodenfangsladen geworfen; die dem Salz anhängende Soole tröpfelt in die Pfanne zurück. Hierauf wird das Salz in eigne Trocknenstuben (Petschen) gebracht, wo die mit Salz gefüllten Körbe in Gerüsten aufgestellt, oder, was besser ist, das Salz auf Horden ausgebreitet wird, welche auf ähnlichen Gerüsten sich befinden. Diese Trocknenstuben sind unmittelbar neben den Pfannenstuben, und werden durch die Feuerung der Pfannen geheitzt, indem der heiſse Rauch durch zweckmäſsig angebrachte Kanäle aus guten Wärmeleitern durch jene Stuben geleitet wird. Durch zugeführte heiſse Luft wird das Verdampfen des Wassers aus dem Salz befördert; Kanäle in der Decke dienen zum Abzug der Wasserdämpfe. Die Temperatur in diesen Lokalen ist ungefähr 50 bis 60°. Sobald das Salz gehörig trocken ist, wird es im Magazin in Fässer verpackt aufgespeichert.

Auf die zurückbleibende Muttersoole des ersten Werks, 25 bis 28 Kubikfuſs bei groſsen Pfannen, wird bei schwachem Soggefeuer ein zweites, und ist auch dieses auf gleiche Menge Muttersoole abgedampft, ein drittes Werk in die Pfanne geschlagen. Die nun verbleibende Mutterlauge wird nun entweder zur Ausschei-

dung des gelben Salzes, in eine Beipfanne geschlagen, oder in eigne Behälter geleitet und dort aufbewahrt.

Auf mehrern Salinen hat man eigne Stör- und Soggepfannen, auch Anwärmepfannen; aus letztern wird die Soole in die Störpfannen, aus diesen, wenn sie die Gahre hat, in die Soggepfannen übergeführt, indem man letztere tiefer legt als erstere, und beide durch Röhren in Verbindung setzt. In der neuern Zeit ist jedoch dieses Verfahren meist überall abgeschafft. Die Manipulation und die Hitzegrade sind verschieden, ob man grobkörniges, oder feinkörniges Salz gewinnen will; zu letzterm Behuf wird beim Soggen ein gelindes Aufwallen unterhalten, 75 bis 100°; soll aber grobkörniges Salz gewonnen werden, so läſst man die Temperatur auf 75 bis 60°, ja bis zu 56° herunter gehen. — Anwendung der heiſsen Dämpfe, welche beim Sieden sich erzeugen, um die Soole vorzuwärmen, welche in einer Pfanne über der Siedepfanne sich befindet. Anwendung heiſser trockner Luft, um das Verdampfen der Flüssigkeit zu befördern. Man leitet nämlich die Flamme und die heiſse Luft über der Siedepfanne hin, so daſs nicht blos von unten der Pfannenboden, sondern auch die Oberfläche der Soole geheitzt wird. — In Dürrenberg benutzt man die glühende Erdkohlenasche für einige Pfannen, Aschenpfannen, in denen jährlich an 24000 Centner Salz producirt werden.

Sonntagssalz, dasjenige Salz, welches auf einigen Salinen vom Sonnabend bis Montag in den Soggepfannen durch langsame Krystallisation in festen, körnigen Krystallen anschieſst. — Gelbes, graues Salz, durch zerflieſsliche und andere Salze verunreinigtes Salz, welches in der Technik und Oekonomie angewendet wird.

Pfannenstein, *écailles, scale*, scheidet sich als Schlamm aus der Soole ab, (auf 100 Lasten weiſses Salz erhält man 150 Kubikfuſs Schlamm in Schönebeck) und brennt an den Boden und Seitenwänden der Siedepfannen fest auf, wird von Zeit zu Zeit losgebrochen; er besteht hauptsächlich aus kohlens. und schwefels. Kalk, schwefels. Natron mit beigemengtem Kochsalz. Man gewinnt aus ihm hauptsächlich schwefels. Natron, (in Schönebeck an 9000 Centner). Muttersoole, Bitterlauge, *l'amer, the bittern*, bleibt übrig, wenn möglichst alles Salz krystallisirt hat; sie ist gelblich, dicklich, specif. Gewicht 1,26 bis 28, von widrig bitterm Geschmack, enthält: Chlornatrium, Chlormagnesium, Chlorcalcium, Chlorkalium schwefels. Natron, schwefels. Magnesia, Kali, (Jodnatrium, Brommagnesium). Man benutzt sie: 1) zur Gewinnung von schwefels. Natron, 2) von schwefels. Magnesia, (3) von Salzsäure, siehe oben Seite 197), 4) zur Salmiakfabrikation, siehe oben Seite 242, 5) zur Gewinnung von Kochsalz bei der Bearbeitung auf schwefels. Natron, 6) auf Chlorcalcium, 7) schwefels. Kali, 8) Chlorkalium, (9) Brom). Sie wird in hölzernen Sümpfen aufbewahrt. (In der Schönebecker Soole fanden sich in einer Menge, die zur Erzeugung von 20000 Last Salz nöthig war, im Jahr 1796 ungefähr 6000 Cent-

ner Glaubersalz, jetzt aber an 38000 Centner! Die Mutterlauge beträgt daselbst jährlich 35000, in Dürrenberg an 25000 Kubikfufs.) Wird dieselbe über die Hälfte abgedampft, so schiefst mit Glaubersalz verunreinigtes Kochsalz an, beim weitern Abdampfen und Krystallisiren alle Kalisalze, so auch Bittersalz; Chlormagnesium, Chlorcalcium bleiben dann allein in derselben aufgelöst.

Einen nachtheiligen Einflufs auf die Siedesoole hat der Frost, es scheidet sich in dessen Folge schwefels. Natron aus, welches ohne Zweifel aus Chlornatrium und schwefels. Magnesia sich gebildet hat; durch erhöhte Temperatur können jene Salze nicht wieder zurück gebildet werden. Es findet demnach nicht allein ein Verlust an Kochsalz statt, sondern auch durch die Vermehrung des Chlormagnesiums eine bedeutende Erschwerung des Siedens und der Ausscheidung des Kochsalzes. Schwächere Soolen unter 15^{0}_{0} leiden nicht durch den Frost. Vergleiche *Senff* in G. A. Bd. 54. S. 176.

Auf einigen Salinen, namentlich im Herzogthum Sachsen, wird als Nebenprodukt sogenanntes Düngesalz verfertigt. Man setzt zu dem Ende der Bitterlauge zu Staub gelöschten Kalk zu, bis dieselbe alkalisch reagirt, und dampft dann ein. Das Düngesalz ist ein Gemeng von Gyps, Magnesia, Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlorkalium, Kalk. *Dietrich* in E. J. Bd. 13. S. 250. Vergleiche auch in Bd. I., 2. die Bereitung des Düngesalzes aus der Amalgamirlauge in Freiberg.

Das Kochsalz krystallisirt in farblosen Würfeln, so findet man es zu Wieliczka, Ischl, Hallein; das Soolensalz bildet dagegen meist hohle, trichterartige, 4seitige Pyramiden, *pied de mouche,* specif. Gewicht 2,12. Es ist geruchlos, schmeckt rein salzig, wird an der Luft weder feucht noch verwittert es, (das Steinsalz, Seesalz, auch meist das Koktursalz, wird ein wenig feucht, weil es einen kleinen Hinterhalt an Chlormagnesium, Chlorcalcium enthält), verknistert im Feuer, indem es die eingemengte Mutterlauge verliert, verflüchtigt sich in hohen Hitzgraden, wie die Salzglasur auf Steinzeug, Steingut, beweist, löst sich sowohl in kaltem als in heifsem Wasser gleich viel auf, $2\frac{13}{17}$ nach *Bergman*, 2,7 nach *Fuchs*, und erzeugt dabei nur geringe Kälte im Vergleich mit Chlorkalium; auch in wäfsrigem Weingeist, nicht in absolutem Alkohol. Es besteht aus: 40 Natr. und 60 Chlor. Im Winter schiefst aus einer gesättigten Soole bei — 10° ein Hydrat in tafelförmigen Krystallen an, welche leicht zerfliefsen und nach *Fuchs* $47,9^{0}_{0}$ nach *Mitscherlich*, 38^{0}_{0} Wasser, enthalten. Das Kochsalz wird in der Hitze in Berührung mit Kieselerde, Thonerde haltenden Massen zersetzt, (siehe oben bei der Salzsäure S. 196, indem salzs. Gas sich entbindet, das Natrium sich zu Natron oxydirt und mit der Kiesel- und Thonerde verbindet.

Das gewöhnliche Koktursalz ist nie rein, es enthält meist etwas schwefels. Natron, Kalk, Magnesia, Chlorcalcium und Chlormagnesium; man kann es ziemlich reinigen durchs Auflösen in destillirtem Wasser,

ıſsischen Salineı

ten sind landesherrliche Werk

	Ergiebigkeit in der Minute. Kubikf.	Geförderte Soo nach 10jährige Durchschnitt Kubikf.	
0	30	2,163660	Die F in
.)	6 2,66	2,707160	
tl. 0	—	5,868462	
	gegen 5 —	— —	Z: beig
	25 — —	— — —	bra nie we rhe
	—	—	An Al

n
tr
W
s
K
C

sc
fe
er
de
de
E
ch
in

N
En
re
M
E.
ge

es
hol
Ge
Lu
me
Hin
im
tigt
Ste
ser
dab
wä
40
Sool
leic
ser,
Kies
der
sich

I
schw
ma

Filtriren und langsames Abdunsten, Krystallisiren; auch durchs Glühen, wodurch das Chlormagnesium zersetzt wird, kann es etwas gereinigt werden, vollständiger durch einen Zusatz von kohlens. Natron zur Auflösung, wodurch kohlens. Kalk und Magnesia niedergeschlagen werden; darauf wird filtrirt und krystallisirt. — Eine sehr vollständige Tabelle über das specifische Gewicht der Soolen bei 15° R., Gehalt an Salz nach Graden, Prozenten, Pfunden in 1 Kubikfuſs, Gefrier- und Siedepunkt, Verdunstungsverhältniſs, von *Bischoff* siehe in K. A. f. B. u. H. Bd. 11. S. 263.

Da ein beträchtlicher Unterschied in der Kälte erregenden Eigenschaft des Chlorkaliums und des Chlornatriums beim Auflösen in Wasser obwaltet, indem 50 Gr. Chlorkalium in 200 Gr. Wasser gelöst eine Temperaturerniedrigung von 11,4°, eben so viel Kochsalz nur von 1,9° hervorbringen, so hat *Gay-Lussac* (D. p. J. Bd. 32. S. 190.) dieses Verhältniſs benutzt, um ein Gemeng beider Salze quantitativ zu untersuchen. Das zu prüfende Gemeng beider Chlorverbindungen trocknet man, wiegt 50 Gr. davon ab, thut sie in ein Glas mit 200 Gr. destillirten Wasser, dessen Temperatur auf $\frac{1}{10}$ Grad bekannt ist, und beobachtet die Temperaturabnahme. Die Differenz der Temperaturen giebt, mittelst beifolgender Tabelle, den Gehalt an Chlorkalium in Prozenten an; das Komplement zu 100 ist die Zahl der Kochsalzprozente.

Temperaturverminderung	Chlorkalium	Temperaturverminderung	Chlorkalium	Temperaturverminderung	Chlorkalium
1,9°	0,00	5,1°	33,68	8,3°	67,37
2,0	1,05	5,2	34,74	8,4	68,42
2,1	2,10	5,3	35,79	8,5	69,47
2,2	3,16	5,4	36,84	8,6	70,53
2,3	4,21	5,5	37,89	8,7	71,58
2,4	5,26	5,6	38,95	8,8	72,63
2,5	6,31	5,7	40,00	8,9	73,68
2,6	7,37	5,8	41,05	9,0	74,74
2,7	8,42	5,9	42,10	9,1	75,79
2,8	9,47	6,0	43,16	9,2	76,84
2,9	10,53	6,1	44,21	9,3	77,89
3,0	11,58	6,2	45,26	9,4	78,95
3,1	12,63	6,3	46,31	9,5	80,00
3,2	13,68	6,4	47,37	9,6	81,05
3,3	14,74	6,5	48,42	9,7	82,10
3,4	15,79	6,6	49,47	9,8	83,16
3,5	16,84	6,7	50,53	9,9	84,21
3,6	17,89	6,8	51,58	10,0	85,26
3,7	18,95	6,9	52,63	10,1	86,31
3,8	20,00	7,0	53,68	10,2	87,37
3,9	21,05	7,1	54,74	10,3	88,42
4,0	22,10	7,2	55,79	10,4	89,47
4,1	23,16	7,3	56,84	10,5	90,53
4,2	24,21	7,4	57,89	10,6	91,58
4,3	25,26	7,5	58,95	10,7	92,63
4,4	26,31	7,6	60,00	10,8	93,68
4,5	27,37	7,7	61,05	10,9	94,74
4,6	28,42	7,8	62,10	11,0	95,79
4,7	29,47	7,9	63,16	11,1	96,84
4,8	30,53	8,0	64,21	11,2	97,89
4,9	31,58	8,1	65,26	11,3	98,95
5,0	32,63	8,2	66,31	11,4	100,00

Das Kochsalz wird in Frankreich vielfach verfälscht, als mit dem unreinen, viel Chlorkalium enthaltenden Kochsalz, welches beim Salpetersieden gewonnen wird, *sel de salpêtre*; mit dem Kochsalz aus der Varecsoda, in welcher an 56% enthalten ist, wodurch Jodkalium ins Kochsalz gelangt; mit Glaubersalz, Gyps. Vergleiche die Abhandlung von *Chevallier* und *Henry* in E. J. Bd. 11. S. 296. (Arsenikgehalt im Salz.)

Auſser dem, daſs das Salz in der Haushaltung zur Bereitung von Speisen, zum Einsalzen von Fischen, Einpöckeln von Fleisch angewendet wird, (zum Einsalzen von Schiffbauholz, als Mittel gegen die trockne Fäule, *dry rot*), verbraucht man es noch zur Fabrikation der Salzsäure, des Glaubersalzes, Salmiaks, zur Amalgamation silberhaltiger Erze, zur Glasur irdner Waaren, zur Chlorbereitung, in der Lohgerberei beim Schwitzen der Häute, (hiezu kann auch die Unterlauge der Seifsiedereien dienen), in der Weiſsgerberei, Seifsiederei, Landwirthschaft etc.

Literatur über Salzsiederei. *v. Langsdorf* Salzwerkskunde, Heidelberg 1824. — D. p. J. Bd. 1. S. 183. — *Senff* in S. n. J. Bd. 4. S. 348. — Seilgradirung zu Moutiers das. Bd. 4. S. 456. — *Herrmann* über den Kaligehalt der Soolen das. Bd. 10. S. 70. — *Parkes* in D. p. J. Bd. 17. S. 460. — *Jump* das. Bd. 18. S. 171. Bd. 46. S. 207. — *Beaumont* über die Saline Bex, A. d. M. I. sér. T. 9. p. 693. — *Frank* in K. A. f. B. n. H. Bd. 9. S. 188. Bd. 11. S. 26. — Saline Hall in Tyrol, J. d. p. I. Bd. 7. S. 40. — *Furnival* in D. p. J. Bd. 20. S. 342. Bd. 43. S. 26. — *Vatrin* Brev. d'i. T. 10. p. 316. — *Young* J. d. p. I. Bd. 12. S. 280. — *Smith* das. Bd. 8. S. 243. — *Rotter* das. Bd. 11. S. 75. — *Egen* westphäl. Salinen K. A. f. B. u. H. Bd. 13. S. 283. — *Wright* in D. p. J. Bd. 26. S. 306. — *Johnson* in D. p. J. Bd. 31. S. 36, 224. — *Koelle* Salzsoolen zu reinigen in K. A. Bd. 13. S. 321. auch E. J. Bd. 2. S. 272. — *Dietrich* Reinigung mit Kalk E. J. Bd. 13. S. 250. — *Bischoff* das Salzwerk Dürrenberg in K. A. f. B. n. H. Bd. 20. S. 1. Saline Dieuze das. S. 200. — Bohrversuche in Westphalen das. S. 217. — *Hühnefeld* Saline Greifswald, E. J. Bd. 6. S. 3. Bd. 8. S. 229. — *Wille* über deutsche Salinen, das. Bd. 2. S. 193. — *Blücher* Saline Sülz, K. A. Bd. 18. S. 271. — *Tilt* in D. p. J. Bd. 30. S. 63. — *Braithwaite* u. *Ericsson* das. Bd. 38. S. 233. — *Carpenter* Salzquellen in Nordamerika das. Bd. 39. S. 199. — *Benzenberg* Saline Wimpfen K. A. f. Ch. Bd. 4. S. 200.

Jodnatrium, *Jodure de Sodium*, *Jodide of S.*, hydriodsaures Natron, *Hydriodate de Soude*, *H. of Soda*, (NaI), findet sich im Steinsalz, den Salzsoolen, in sehr geringer Menge. Die Darstellung desselben ist völlig der beim Jodkalium gleich (vergl. Seite 289). Es krystallisirt in geschobnen 4seitigen, gestreiften Säulen, löst sich schon in $\frac{3}{5}$ kalten Wasser, auch in Weingeist auf, zerflieſst leicht, besteht aus: 15,56 Natr. und 84,44 Jod, oder aus 19,72 Natron und 80,28 Hydriods., giebt ein Hydrat, welches 20,23 Wasser enthält. Man bedient sich desselben zu gleichen Zwecken, als des Jodkaliums. — Bromnatrium, Cyannatrium, oder blausaures Natron, Fluornatrium oder fluſssaures Natron, verhalten sich wie die entsprechenden Kaliverbindungen. Fluornatrium kommt mit Fluoraluminium im Kryolith vor.

Kohlensaures Natron, (nach der ältern Benennungsweise basisch, nach der neuern neutral), *(Sous-) Carbonate de Soude*, *C. of Soda*, Sodasalz, *Sel de Soude*, *Cristaux de S.*, *Soda-salt*, ($\dot{\mathrm{Na}}\ddot{\mathrm{C}}$), findet sich in einigen Mineralquellen aufgelöst, z. B. im Karlsbader Wasser, in gröſserer Menge in den heiſsen vulkanischen Quellen auf Island, im Geyser; es wittert auch nicht selten in zarten Nadeln aus feuchten Mauern aus, von einer Zersetzung des Kochsalzes durch den Kalk des Mörtels herrührend.

Die Darstellung des neutralen kohlens. Natrons findet im Groſsen auf verschiedne Weise statt.

1) Aus Strandgewächsen, und zwar: a) aus den Salzpflanzen, welche an den Küsten des Mittelmeers, des kaspischen Meers, des atlantischen Oceans wachsen. Man sammelt die Salzpflanzen während der Ebbe im Sommer ein, trocknet sie bei heiterm Wetter, so daſs sie möglichst dürr werden, wobei man dieselben vor dem Regen wohl bewahren muſs, und verbrennt sie dann in Gruben von 3 Fuſs Tiefe, 4 Fuſs Weite, in festen, trocknen Boden gegraben. Man zündet zuerst Reiſsholz an, wirft die trocknen Pflanzen in kleinen Portionen darauf, unterhält das Verbrennen mehrere Tage lang, bis sich eine beträchtliche Menge Asche gesammelt hat, wobei man sorgfältig den Wind abhält. Durch die fortwährende Gluth kommt die Asche in Fluſs, stöſst unter wallender Bewegung Flammen aus, welche theils von Kohlenoxydgas, theils von Natrium herzurühren scheinen. Nach beendeter Arbeit wird die feste, harte Masse aus den Gruben gebrochen, und in Fässer verpackt; man nennt sie Soda, *Soude*, *Soda*. Die beste kommt aus Spanien, wird aus der *Salsola Soda* bereitet, welche sorgfältig kultivirt wird; sie führt den Namen *Barilla*, *barille*, von Alicante, Malaga, Carthagena; dieselbe hat ein schlackenartiges Ansehn, ist dunkel-aschgrau von Farbe, fest, derb, enthält 25 bis 30^{0}_{0} trocknes kohlens. Natron.

Die beste Sorte von Alicante nennt man in Frankreich *Barille*, *Soude douce*, sie ist gleichförmig gut geschmolzen; die zweite Sorte *barille*, *soude melangée*, dunkler in Farbe, nicht so fest und derb als erste, enthält viele Poren; dritte Sorte, *bourde*, aus allerlei Salzpflanzen bereitet, enthält Kohlenstückchen in sich. Die Soda von Carthagena stellt sich zwischen die zweite und dritte Sorte von Alicante.

Im südlichen Frankreich fabricirt man verschiedne Sorten Soda, als in der Gegend von Narbonne das *Salicor*, von der *Salicornia annua*, welche man aussäet, und nach der Saamenentwickelung einsammelt; sie enthält 14 bis 15^{0}_{0} kohlens. Natron, und wird zu Grünglas verwendet. Zwischen Aigues-mortes und Frontignan fertigt man die *Blanquette* aus wild wachsenden Salzpflanzen, *Salicornia europaea*, *Salsola Varec*, *S. Tragus*, *S. Kali*, *Atriplex portula-*

coïdes, Statice Limonium; sie enthält nur 3 bis 8% kohlens. Natron, aber viel Kochsalz. Auch an den Küsten des kaspischen Meers in der Gegend von Astrachan, in Sicilien, Syrien, Aegypten (genannt *Rochetta*), bereitet man Soda. Die in Groſsbritannien, in Schottland, Irland, auf den Orkneyinseln aus verschiednen Salsolaarten, *sea-weed, sea wrack*, bereitete Soda führt den Namen Kelp, sie wird in gemauerten, in Gruben angelegten Brennöfen dargestellt. Dieselbe ist aber von sehr geringem Gehalt an kohlens. Natron, 2 bis höchstens 5%.

Die Bestandtheile dieser Sodasorten sind: kohlens. und schwefels. Natron, Schwefelnatrium, unterschwefligs. und schwefligs. Natron, Chlornatrium, (Cyannatrium), Schwefelcalcium, kohlens. und phosphors. Kalk und Magnesia, Schwefeleisen, Kiesel-, Thonerde, auch wohl schwefels. Kali und Chlorkalium.

b) Man bereitet auch aus verschiednen Tangarten, welche am Meeresgestade an Stellen wachsen, die nur zur Zeit bedeutend niedriger Ebben zugänglich werden, Soda; sie setzen sich fest an das Gestein, wachsen in groſser Menge an den Küsten des atlantischen Oceans. Das Einsammeln, Trocknen, Verbrennen geschieht ganz auf ähnliche Art, wie so eben angegeben worden ist. Man verfertigt in der Normandie aus ihnen die Varecsoda, *Wareck, soude de Normandie*; dieselbe enthält fast gar kein kohlens. Natron, dagegen viel schwefels. Natron, Kali, unterschwefligs. Kali, Chlornatrium, Jodkalium, Chlorkalium; nach *Gay-Lussac* im groſsen Durchschnitt 56 Kochsalz, 25 Chlorkalium, 19 schwefels. Kali. (Ueber die Gewinnung des Jods aus dieser Soda ist bereits oben beim Jod, Seite 204, die Rede gewesen.)

Aus den Sodasorten kann man das kohlens. Natron durchs Aufweichen mit Wasser, Auflösen, Abdampfen und Krystallisiren darstellen, man nennt es daher Sodasalz, *Sel de soude, Soda salt.* Da jedoch die aus den Salzpflanzen und Strandgewächsen bereiteten Sodasorten durch die künstliche Soda der chemischen Fabriken fast gänzlich vom Markt gewiesen sind, so möchte eine solche Reinigung nicht wohl bei uns vorkommen.

2) Schon im vorigen Jahrhundert hat man Versuche gemacht, kohlens. Natron aus Natronsalzen chemisch darzustellen. Man versuchte sowohl unmittelbar aus Kochsalz, als auch aus Glaubersalz, (schwefels. Natron) kohlens. Natron zu gewinnen.

Man zerlegte Kochsalz: a) mit kohlens. Kali; man löste beide Salze auf, dampfte ab und lieſs krystallisiren, wobei Chlorkalium zuerst anschoſs, darauf in der Kälte kohlens. Natron, welches aber sowohl durch kohlens. Kali, als auch durch Kochsalz verunreinigt ist. Wegen des Preises der Pottasche bei dem geringen Werth des Chlorkaliums ist dieser Prozeſs nicht wohl ausführbar. b) Mittelst gebranntem Kalk: man

Digitized by Google

vermengte Kalkhydrat mit einer conc. Salzauflösung, formte hieraus flache Steine, legte sie in Keller. Allmälig erfolgt eine Zersetzung des Salzes, es bildet sich Chlorcalcium, welches Wasser anzieht, und Natron wird entwickelt, welches aus der Luft Kohlensäure aufnimmt, und als kohlens. Natron auswittert; *Scheele.* Es geht zu langsam, und die Zersetzung ist nicht vollständig genug. — Hieraus erklärt sich auch das Auswittern von kohlens. Natron aus feuchten Mauern. c) Mittelst Bleioxyd, (Bleiglätte); man macht von 1 Theil gesiebter Glätte, ¼ Theil Kochsalz und 1 Theil Wasser einen Brei, welchen man ein Paar Tage lang stehen läſst. Das Chlor tritt ans Blei, bildet basisches Chlorblei, welches man in England zu Patentgelb benutzte (siehe beim Blei), der Sauerstoff des Bleioxyds ans Natrium, Natron erzeugend, welches an der Luft allmälig kohlensauer wird; *Chaptal.* Diese Methode ist wegen des theuren Bleioxyds, und weil das als Nebenprodukt gewonnene Chlorblei nicht vortheilhaft benutzt werden kann, nicht wohl ausführbar.

Man zerlegte Glaubersalz a) mit kohlens. Kali, nach *Hagen*'s Angabe 1768; man löst 8 Theile schwefels. Natron, 3½ Theile gereinigte Pottasche in Wasser auf, und läſst krystallisiren, wobei zuerst schwefels. Kali, dann kohlens. Natron, aber unrein anschieſsen. Aus den bereits angegebnen Gründen unpraktisch.

b) Man lehrte Glaubersalz mittelst 15 bis 20$^0_0$ Kohlenstaub durchs Glühen zu Schwefelnatrium reduciren, in Wasser lösen und durch einen Strom hineingeleiteten kohlensauren Gases das Natrium, auf Kosten des Sauerstoffs eines Antheils Wasser, in doppelt kohlens. Natron verwandeln, wobei in Folge der Zersetzung Schwefelwasserstoffgas entweicht. Die Lauge wird zum Krystallisiren abgedampft, die Krystalle gelind kalcinirt, um sie in einfach kohlens. Natron umzuwandeln.

c) Die Darstellung des kohlens. Natrons aus Glaubersalz mittelst kohlens. Kalk und Kohle wurde in Frankreich von *Leblanc* und *Dizé* zuerst im Groſsen ausgeführt, welche ein Patent nahmen; *D'Arcet* und *Anfrye* haben das Verfahren verbessert. Man vermengt 100 Theile wasserleeres Glaubersalz, eben so viel fein gepulverte Kreide, (kohlens. Kalk) frei von Sand und Thon, und 55 Theile Kohlenstaub (von Holz- oder Steinkohlen) sorgfältig mit einander, trägt die Masse in einen Kalcinirofen und giebt mittelst Steinkohlen Glühfeuer, welches eine mäſsige Rothglühhitze nicht übersteigen darf; alle Viertelstunden wird die Masse umgewendet. Nach einiger Zeit wird sie dickflüssig, teigartig, es entwickeln sich eine Menge Luftblasen, Kohlenoxydgas, Schwefelwasserstoffgas, welche verbrennen; jetzt muſs die Masse ununterbrochen durchgekrückt werden, bis die Entwickelung des Gases und die Flämmchen nachgelassen haben. Im Zustand des gleichmäſsigen Flusses wird die Masse aus dem Ofen gelassen, und dieser sogleich mit neuem Gemisch beschickt. Aus obigen 255 Theilen erhält man 153 Theile rohe Soda, welche 60$^0_0$, oder 90 Theile, krystallisirtes koh-

lens. Natron giebt, 100 Theile unlöslicher Masse bleiben dabei im Rückstand.

Fig. 3. und 4. Tafel VI. stellen einen Sodaofen im Längenprofil und Grundriſs dar; *a* der Aschenfall, *b* die Roststäbe, *c* die Feuerbrücke, *d* der Heerd, *e*, *e* Füchse, welche zu zwei Rauchröhren *f*, *f* führen, die sich weiter oben in eine Esse vereinigen, *g* Schieber zur Regulirung des Zugs, *h* Heitzthür, *i* Thür zum Einsetzen der Materialien, *k* Thür zum Umrühren der Soda, *l* Rolle zum Auflager der Krücke bei dieser Operation, *m* Raum über dem Gewölbe des Ofens zum Trocknen der Materialien. Ein Ofen von 10 Fuſs Länge nnd 4½ F. Breite wird mit ungefähr 10 Centnern jenes Gemengs beschickt.

Die künstliche rohe Soda, *Soude artificielle*, *S. brute*, ist eine graue, feste Masse, besteht aus: ätzendem und kohlens. Natron, Schwefelcalcium, Schwefelnatrium, (unterschwefligs. Natron), etwas unzersetztem Glaubersalz, Kalk, Kohle. Es wird nämlich die Schwefelsäure durch die Kohle in der Glühhitze zersetzt, so wie auch ein Theil des Kalks, es bildet sich Kohlensäure, welche ans Natron tritt, Kohlenoxydgas, Schwefelcalcium und gebrannter Kalk. — Rohe Soda wird zum Bleichen, Seifesieden angewendet; zu diesem Behuf wählt man Glaubersalz, welches noch 5 bis 10% unzersetztes Kochsalz enthält, wodurch die Soda leicht an der Luft zerfällt, sich leichter pulvern läſst.

Soll die Soda gereinigt werden, so wird sie, wie sie aus dem Ofen kommt, durch Uebergieſsen mit Wasser abgeschreckt, wodurch sie in Stücke zerfällt, auf Mühlen mit vertikalen Läufern gemahlen, in Laugefässern mit kaltem Wasser aufgeweicht und ausgelaugt, bis das Alkalimeter 0° zeigt. Man stellt zu diesem Behuf die Laugefässer terrassenartig über einander, und verfährt so, daſs, während das oberste bereits abgelaugten Rückstand enthält, das unterste von Neuem beschickt wird. Heiſses Wasser darf nicht angewendet werden, weil dann das kohlens. Natron und Schwefelcalcium sich in Schwefelnatrium und kohlens. Kalk zersetzen. Die klare Lauge von 18 bis 20° B. wird dann abgedampft und krystallisirt, die Krystalle aufgelöst, durch gestörte Krystallisation gereinigt. Man bringt auch wohl die durchs Abdampfen der Lauge erhaltne Salzmasse geglüht in den Handel, *soude raffinée, (potasse factice, petite pot., pot. de Javelle).* Der abgelaugte Rückstand kann gebraucht werden um das Gras auf Straſsen, in Höfen zu zerstören.

Man hat auch vorgeschlagen, künstliche Soda vermittelst holzessigs. Natrons nnd der Mutterlauge bei der Fabrikation dieses Salzes durch Kalcination zu bereiten, wodurch der Holzessig zerstört und Kohlensäure gebildet wird. Diese Darstellungsweise fällt nicht wohlfeil genug aus. — Vor Kurzem hat *Prückner* ein Verfahren gelehrt, Schwefelnatrium mittelst Kupferoxyd in Aetznatron zu verwandeln, dieses mit Kohlenstaub

zu glühen, wodurch es kohlens. Natron wird. Das gewonnene Schwefelkupfer wird durch Kalcination auf Kupfervitriol, oder andere Kupferpräparate benutzt. — Endlich hat man auch angefangen, aus salpeters. Natron und Pottasche, Salpeter und kohlens. Natron anzufertigen.

Prüfung der verschiednen natürlichen und künstlichen Sodasorten zum Behuf technischer Anwendungen; vergleiche das bei dem Artikel „Pottasche" Seite 296. hierüber weitläuftig erörterte. Prüft man rohe Sodasorten, so müssen sie in einem eisernen Mörser aufs feinste zerstoſsen und zerrieben werden, man siebt das Pulver, wiegt die vorschriftsmäſsige Menge ab, und übergieſst dieselbe mit Wasser zu drei verchiednen Malen, indem man das feine Pulver mit dem Wasser wohl anrührt. Hierauf wird die Auflösung eine zeitlang hingestellt, filtrirt und die Probesäure zugesetzt, worauf man die alkalimetrischen Grade, oder Prozente, nach *Descroizilles* erhält. (Will man den absoluten Gehalt wissen, so muſs man 157 Gran conc. Schwefelsäure mit so viel Wasser verdünnen, daſs der Probecylinder bis zu 100 Grad damit erfüllt werde, denn 100 Theile reinstes Natron neutralisiren 157 Theile conc. Schwefelsäure.)

Alikantische Soda	20 bis 33°	Krystall. kohlens. Natron	30 bis 36°
Natürl. kohlens. Natron aus Aegypten.	20 — 33°	Soda aus holzessigs. Natron.	78 — 80°
Künstl. rohe Soda. . . .	30 — 33°	Desgl. frei von Kalk. .	95 — 98°
— — — aus reinem Glaubersalz . .	40 — 42°	— raffinirt.	104 —110°

Bei der Prüfung der Sodaarten treten manche Schwierigkeiten in den Weg, die bei der Pottasche nicht vorhanden sind. Die Soda enthält nämlich schwefligs. und unterschwefligs. Natron, Schwefelnatrium; wird die Probesäure zugesetzt, so wird nicht allein das an Kohlensäure gebundne Natron neutralisirt, sondern auch das mit der unterschwefligen und schwefligen Säure vereinte und das aus dem Schwefelnatrium durch Wasserzersetzung sich erzeugende Natron. Dadurch erscheint die Soda reichhaltiger an kohlens. Natron, als sie in der That ist. Hiergegen haben *Gay-Lussac* und *Welter* folgendes Mittel anzuwenden gelehrt. Man setzt zur gemachten Auflösung etwas chlors. Kali, dampft zur Trockne ab und glüht, löst wieder auf, und stellt nun die gewöhnliche Prüfung an. Durch das Glühen mit chlors. Kali sind die schweflige, unterschweflige Säure und der Schwefel in Schwefelsäure verwandelt worden, welche mit dem Natron ein durch Zusatz von Probesäure nicht zersetzbares Salz bildet. Macht man nun einen Versuch mit einem so behandelten Sodasalz, so erhält man weniger Prozente Natron, als vorher; war blos schweflige Säure in der Soda, so braucht man nur die gefundne Differenz zu verdoppeln, so hat man die mit ihr in Verbindung stehende Menge Natron; war es Schwefel, so ist die erhaltne Differenz die Anzeige der Menge Natron die sich aus dem Schwefelnatrium entwickelt hat.

Das reine kohlens. Natron krystallisirt mit $62\frac{3}{4}$% Wasser verbunden in farblosen, durchsichtigen Rhombenoktaëdern, (mit 57,4%

in rechtwinklich 4seitigen Säulen, mit 45,75 $^0/_0$, aus einer concentr. Auflösung bei 30°, in 4seitigen Tafeln), schmeckt und reagirt alkalisch, löst sich in 2 Theilen kalten, 1 Theil kochenden Wasser auf. Es schmilzt leicht beim Erhitzen in seinem vielen gebundnen Wasser, das wasserfreie Salz leichter, als das kohlens. Kali (daher auch Natronglas bei geringerm Feuer dargestellt werden kann, als Kaliglas); das krystallisirte Salz verwittert an der Luft schnell, zerfällt, nicht das mit 57,4 $^0/_0$ Wasser verbundne, welches man erhält, wenn man das erstere gelind schmelzt, und das Geschmolzne vom Ungeschmolznen abgieſst, abdampft und krystallisirt. Das wasserleere Salz besteht aus: 58,57 Natron und 41,43 Kohlensäure.

Anwendung. Die natürlichen Sodasorten braucht man, die bessern zum Seifesieden, Bleichen, die schlechtern, welche sehr wenig kohlens. Natron enthalten, zur Glasfabrikation; das krystallisirte kohlens. Natron zu denselben Zwecken, auch in der Färberei, Kattundruckerei, Medicin, zur Darstellung chemischer Präparate. Wegen des Transports ist es vortheilhaft wasserfreies Salz zu beziehen.

Literatur. D. t. Artikel „Soude" Tom 19. pag. 424. — D. p. J. Bd. 2. S. 61. — *Millet* im J. d. p. I. Bd. 6. S. 547. — *Kölreuter* im B. K. u. G.bl. Bd. 3. S. 91. — *Mollerat* in D. p. J. Bd. 19. S. 106. — Analysen mehrer Sodaarten das. Bd. 18. S. 83. — *Pajot Descharmes* das. Bd. 20. S. 550. — Das. Bd. 31. S. 449. — *Parkes* ch. E. Vol. II. pag. 3. — *Revere* in D. p. J. Bd. 30. S. 114. — *Siemens* in E. J. Bd. 5. S. 409. — *Prückner* in S. J. d. Ch. Bd. 7. S. 102, 113, 220.

Anderthalb kohlensaures Natron, *Sesquicarbonate de Soude*, *S. of Soda*, ($\dot{N}a_2\ddot{C}_3$), natürliches Natron, kommt in der Natur vor, besonders in Aegypten, Ungarn, Amerika. In Aegypten im Westen des Delta, in der Makariuswüste, liegen mehrere Natronseen, deren Boden aus Kalkstein besteht; das Wasser enthält anderthalb kohlens., schwefels. Natron und Chlornatrium. Während des heiſsen Sommers verdunstet das Wasser dieser Seen, hinterläſst eine dichte Decke von Natronsalz, welche man losbricht. In der Nähe von Fessan, in der Provinz Sukena im nördlichen Afrika, findet man Natron in krystallinischen Massen, mit Glaubersalz vermischt, man nennt es *Trona*; auch in der Gegend von Smyrna, in der Tatarei, Hindostan, Sibirien. In Ungarn zwischen Debreczin und Groſswardein sind mehrere Natronseen, auf deren Bett man, wenn das Wasser im Sommer verdunstet, das weiſse Salz, *Szekső*, in Masse sammelt. In Mexiko giebt es mehrere Natronseen, zumal nördlich von Zacatecas, auch in mehrern andern Provinzen; in Südamerika bei Columbia, 48 engl. Meilen von Merida, wo man das Natron unter dem Namen *Urao* sammelt. Das ägyptische und ungarische Natron kommt durch den Handel zu uns.

Digitized by Google

Nach *Laugier* enthält aegyptisches Natron:

	Kohlens. Natr.	Schwefels. N.	Kochsalz	Wasser	Unlösliches.
	22,44	18,35	38,64	14,0	6,0
Tronasalz	65,75	7,65	2,63	24,0	1,0

D. p. J. Bd. 18. S. 482. — Ueber das Urao siehe *Boussingault* in P. A. Bd. 7. S. 101.

Künstlich kann man anderthalb kohlens. Natron dadurch erhalten, daſs man eine Lösung von doppelt kohlens. Natron kocht, wobei dieses $\frac{1}{4}$ Kohlensäure abgiebt. Es krystallisirt in ungleichschenklichen 4seitigen Pyramiden (hemiprismatisches Natron Mohs), schmeckt alkalisch, verwittert nicht, löst sich leicht in Wasser auf, besteht aus 37,93 Natron, 40,24 Kohlens., 21,83 W. Man wendet es zu denselben Zwecken an, als die Sodasorten, aber, da es mehr Kohlensäure enthält, in einem andern Gewichtsverhältniſs.

Doppelt kohlensaures Natron, *Bicarbonate de Soude*, *B. of S.* ($\dot{N}a\ddot{C}_2$) wird auf eine gleiche Weise, wie das doppelt kohlens. Kali, dargestellt (siehe bei diesem). Es krystallisirt in farblosen, geschobnen 4seitigen Tafeln, schmeckt und reagirt sehr schwach alkalisch, löst sich in 13 Theilen kalten Wasser auf, und wird durch Kochen in das vorige Salz, unter Entweichen von $\frac{1}{4}$ Kohlensäure, verwandelt; es besteht aus: 37,00 Natr., 52,35 Kohlens. und 10,65 W. Man gebraucht es in der Medicin, zur Darstellung künstlicher Mineralwasser, zur Bereitung des reinen kohlens. Natrons durch Glühen.

Doppelt schwefligsaures Natron, *Bisulfite de Soude*, *B. of Soda*, ($\dot{N}a\ddot{S}_2$), erhält man, wenn durch eine Auflösung von kohlens. Natron in einem *Woulf*schen Flaschenapparat schwefligs. Gas im Ueberschuſs geleitet wird. Es krystallisirt, röthet Lackmuspapier, verwandelt sich an der Luft in doppelt schwefels. Natron, und besteht aus 30,52 Natr. und 69,48 schweflig. S. Man hat sich desselben zum Bleichen der Strohgeflechte und verwandter Gegenstände bedient.

Schwefelsaures Natron, *Sulfate de Soude, S. of Soda,* Glaubersalz, *Sel de Glauber, Glauber's salt,* ($\dot{N}a\dddot{S}$), findet sich in allen 3 Naturreichen. Es wittert in einigen Ländern aus dem Erdboden aus, (Thenardit in Spanien, er enthält 99,78 wasserleeres Glaubersalz und 0,22 kohlens. Natron), aus alten Mauern, alten Grubengebäuden, meist aus Gyps und Kochsalz, auch wohl aus Kochsalz und schwefels. Eisenoxydul entstanden. In vielen Mineralwassern findet sich Glaubersalz aufgelöst, als im Karlsbader, Pülnaer, Seidschützer Wasser, im Steinsalz, den Soolen; in dem Wasser mancher Seen in Ruſsland, Frankreich, Ungarn etc.; mit schwefels. Kalk verbunden als Glauberit, ebenso im Pfannenstein der Salinen. In den Salzpflanzen kommt es auch vor, daher findet man es in der Soda, (vergleiche Seite 344).

Man gewinnt es bei uns hauptsächlich 1) aus der Mutterlauge und dem Pfannenstein der Salinen; letzter wird zerschlagen, mit heiſsem Wasser ausgelaugt, die Flüssigkeit durch Absetzen geklärt, und zum Krystallisiren abgedampft. Die Mutterlauge der Salinen wird vorsichtig abgedampft, wobei Kochsalz anschieſst, sodann in der Winterkälte Glaubersalz, und zwar theils das in der Mutterlauge gebildet vorhandne, theils das in der Kälte durchs Zersetzen des Chlornatriums und der schwefels. Magnesia entstandne. Durch abwechselndes Versieden erhält man dann noch Kochsalz und Kalisalze, (Chlorkalium und schwefels. Kali, oder ein Doppelsalz von schwefels. Kali und schwefels. Magnesia).

2) Durch unmittelbare Zersetzung des Kochsalzes (Seesalzes, Steinsalzes) vermittelst Schwefelsäure, wobei Salzsäure gewonnen wird; (siehe bei dieser, Seite 197). Das gewonnene Salz wird in Wasser gelöst, abgedampft, wobei das nicht zersetzte Kochsalz zuerst krystallisirt, sodann das Glaubersalz.

3) In Schweden aus der Mutterlauge der Vitriolsiedereien, aus den vitriolhaltenden Grubenwassern, indem man sie durch einen Zusatz von Kochsalz zersetzt; Nebenprodukt Chloreisen. Die abgedampfte Salzmasse wird destillirt, wodurch das Chloreisen sich zersetzt, Salzsänre übergeht und beim Auflösen des Rückstands Eisenoxyd sich absetzt, Glaubersalz sich löst.

4) Bei der Amalgamation der Silbererze, welche bei Freiberg, und der silberhaltigen Kupfererze, welche bei Groſs-Oerner im Mannsfeld betrieben wird, gewinnt man Glaubersalz als Nebenprodukt (vergleiche die Beschreibung des Verfahrens bei der Amalgamation der Silber- und Kupfererze). 5) Bei der Salmiakbereitung aus schwefels. Ammoniak und Kochsalz durch Sublimation, oder auf nassem Weg. 6) Durch Zersetzung des Kochsalzes mittelst Alaun, wodurch salzs. Thonerde gewonnen wird; des Kochsalzes durch schwefels. Magnesia in der Winterkälte (siehe oben). 7) Man hat auch aus gepochten Schwefelkies und Kochsalz (Kohlenstaub) durchs Rösten Glaubersalz darzustellen gelehrt, wobei Eisenoxyd als Nebenprodukt erhalten wird.

Das Glaubersalz kann sowohl wasserleer, als auch mit verschiednen Mengen Wasser verbunden, krystallisiren; schieſst das Salz bei 33° an, so krystallisirt es ohne Wasser in Rhombenoktaëdern, löst sich in 10 Theilen kalten Wasser auf und krystallisirt dann mit der gewöhnlichen Wassermenge verbunden; die gewöhnlichen Glaubersalzkrystalle enthalten $55\frac{3}{4}$ % Wasser, es sind farblose, durchsichtige, 4 und 6seitige Säulen. Das Salz schmeckt kühlend, bitterlich, verwittert stark an der Luft, zerfällt zu einem weiſsen Staub, schmilzt in seinem Wasser bei geringer Wärme, das wasserleere aber schwerer. 100 Theile Wasser von 0° lösen 5,02 Theile krystallisirtes Glaubersalz auf, von 18° 16,73, von $30\frac{3}{4}$° 43,05, von

$32\frac{3}{4}^{\circ}$ 50,65, von 70,6° 44,35, bei 103,17° 42,65, *Gay-Lussac*; in Alkohol löst es sich nicht auf. Läfst man durch langsames Erwärmen eine Auflösung dieses Salzes krystallisiren, z. B. im luftleeren Raum, so bilden sich farblose, durchsichtige, säulenförmige Krystalle, welche weniger Wasser enthalten, als das gewöhnliche Salz, nämlich nur $\frac{4}{5}$ jener Menge, also ungefähr 44$\frac{0}{0}$, härter sind, als jenes, und leicht undurchsichtig werden, an der Luft nicht verwittern, in der Wärme nicht schmelzen. — Durchs Glühen mit Kohlenstaub wird das Glaubersalz zu Schwefelnatrium reducirt.

Man bedient sich des Glaubersalzes zur Darstellung des kohlens. Natrons, des Glases, des essigs., holzessigs. Natrons, in der Medicin.

Ueber die Fabrikation des Glaubersalzes Br. d'i. Tom. 1. p. 163. — B. K. n. G.hl. 1820. S. 125. — *Prechtl* in dem J. d. p. I. Bd. 3. S. 179. — *Landmann* in E. J. Bd. 11. S. 290.

Doppelt schwefelsaures Natron, *Bisulfate de Soude*, *B. of Soda* ($\dot{Na}\ddot{S}_2$), krystallisirt in 6seitigen Säulen, löst sich in 2 Theilen Wasser von 0°, in gleichen Theilen kochendem auf; erhitzt man das geschmolzne wasserfreie Salz, so erhält man wasserfreie Schwefelsäure, (siehe bei dieser Seite 156).

Phosphorsaures Natron, *Phosphate de Soude*, *Ph. of Soda*, (*Sal perlatum*), ($\dot{Na}_2\dddot{P}$), kommt mit phosphors. Ammoniak verbunden im Harn des Menschen und einiger Thiere vor, so auch in andern animalischen Flüssigkeiten. Man bereitet es aus Phosphorsäure, oder übersaurem phosphors. Kalk und kohlens. Natron, man setzt einen kleinen Ueberschufs des letztern hinzu, weil die Erfahrung gelehrt hat, dafs aus einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit das Salz leichter krystallisirt. Es krystallisirt in farblosen, durchsichtigen, geschoben 4seitigen Säulen, schmeckt salzig, nicht bitter, reagirt schwach alkalisch, verwittert stark an der Luft, verliert an $61\frac{3}{4}\frac{0}{0}$ Wasser, schmilzt bei mäfsiger Hitze zu einer klaren Glasperl, die beim Erstarren undurchsichtig wird, löst sich in 4 Theilen kalten und 2 kochenden Wasser auf, besteht aus: 17,88 Natr., 20,40 Phosphors. und 61,72 W.

Phosphors. Natron bildet mit phosphors. Ammoniak ein Doppelsalz, ehemals mikrokosmisches Harnsalz genannt, welches sich im menschlichen Harn findet. Man kann es sowohl aus demselben darstellen, als auch künstlich bereiten, wenn man 6 bis 7 Theile phosphors. Natron mit 2 Theilen Wasser mengt, schmelzt, und 1 Theil Salmiakpulver hinzufügt, die Flüssigkeit durchseiht und durchs Erkalten krystallisiren läfst; in der Mutterlauge bleibt Chlornatrium. Es wird nämlich ein Theil des phosphors. Natrons durch den Salmiak zerlegt, es bilden sich phosphors. Ammoniak und Chlornatrium. Es krystallisirt in farblosen, durchsichtigen Krystallen, schmeckt kühlend salzig, stechend, verwittert an der Luft, verliert Wasser und auch etwas Ammoniak, löst sich leicht in Wasser auf, schmilzt bei gelinder Hitze mit Aufbrausen, verliert den Gehalt an Ammoniak, und hinterläfst eine helle Perl von doppelt phosphors. Natron, die auch nach dem Erkalten noch klar

bleibt. Es besteht aus: 40,63 phosphors. Natr., 32,07 phosphors. Ammoniak und 27,30 W. Man bedient sich desselben als Fluſsmittel bei Löthrohrversuchen gleich Borax, auch hat man es als Surrogat desselben zu technischen Zwecken vorgeschlagen, als ein feuersicherndes Mittel zum Ueberziehen der Leinwand, der Gewebe.

Boraxsaures Natron, *Borate de Soude, B. of Soda,* Borax ($\dot{Na}\dddot{B}$), kommt an verschiednen Orten der Erde vor. Man findet ihn, mehr oder minder mit einer seifenartigen Masse vermengt, hauptsächlich in Ostindien, am Grund und den Ufern eines durch salzige Quellen unterhaltnen groſsen Sees, 15 Tagereisen nördlich von Tezhoo-Lomboo in Tibet, auch im Bezirk Sembul soll es solche Seen geben. Auf Ceylan, in der südlichen Tatarei, so wie in Südamerika, unfern Potosi, in den Gruben von Viquinta soll roher Borax sich finden. Der rohe Borax, *Borax brut,* heiſst in Tibet *Tinkal*, kommt in krystallinischen, meist zusammengesinterten Massen vor, halbdurchsichtig, grauweiſs, gelb-grünlich, mit einer Natronseife umschlossen, aus Bergfett und Natron erzeugt, mit boraxs. Kalk, Magnesia vermengt. Man hat im Handel auch chinesischen Borax, welcher eine vorläufige Raffination erlitten hat.

Ehedem reinigte man den rohen Borax vorzugsweise in Venedig, woher der Name venetianischer Borax für den gereinigten Borax; jetzt geschieht es in mehrern groſsen Seestädten, namentlich in Amsterdam. Das Verfahren, welches man daselbst beobachtet, ist nicht völlig bekannt; man bedient sich verschiedner Methoden. Nach der einen weicht man den Tinkal in wenig kaltem Wasser ein, rührt öfter um, setzt nach und nach 1^0_0 gelöschten Kalk hinzu und rührt um. Nach einem längern Maceriren wird durchgeseiht, und die durch den Kalk von dem gröſsten Antheil der Fettigkeit befreiten Krystalle in 2½ Theilen kochenden Wasser aufgelöst; man setzt 2^0_0 Chlorcalcium hinzu, seiht durch, dampft die Flüssigkeit bis zu 18 oder 20° B. ein, schüttet sie zum langsamen Abkühlen und Krystallisiren in hölzerne, mit Blei ausgefütterte, kegelförmige Gefäſse. Ein sehr langsames Abkühlen ist zur regelmäſsigen Krystallisation nothwendig, weshalb man die Gefäſse mit schlechten Wärmeleitern umgiebt. Statt der Behandlung mit Kalk verfuhr man auch also, man schüttete den zerstoſsnen rohen Borax in ein mit einem durchlöcherten falschen Boden versehenes Faſs, übergoſs ihn mit wenig Wasser, sodann mit Aetznatronlauge von 5° B., bis letztere wenig gefärbt ablief. Nach dem Abtropfen löste man den Borax in siedendem Wasser auf, brachte die Auflösung auf 20° B., setzte 12^0_0 kohlens. Natron hinzu, lieſs klar absetzen, dampfte ab und lieſs dann krystallisiren.

In neuerer Zeit hat man in Frankreich angefangen, aus kohlens. Natron und der italienischen Boraxsäure Borax künstlich zu fertigen; *Payen* und *Cartier* errichteten die erste Fabrik der Art. Man löst in 500 Theilen kochendem Wasser 600 Theile kohlens. Natron in einem kupfernen Kessel auf, setzt nach und nach 500 Boraxsäure hinzu, wobei heftiges Aufschäumen stattfindet. Ist dies geschehen, so erhält man die Temperatur nahe am Sieden, deckt den Kessel zu und läſst ganz allmälig abkühlen; nach 30 Stunden wird das Klare abgezogen, in flache bleierne Krystallisationsgefäſse geleitet, worin binnen 3 bis 4 Tagen die Krystallisation vollendet ist. Die Mutterlauge dient zur Auflösung neuer Portionen von kohlens. Natron. Das krystallisirte Salz wird hierauf in kochendem Wasser gelöst, 10$^0_0$ kohlens. Natron, um eine regelmäſsige Krystallisation zu befördern, hinzugesetzt, die Lauge bei 20° B. in die mit Blei ausgefütterten Krystallisirgefäſse geleitet, welche eine abgestumpft pyramidale Form besitzen, und mit schlechten Wärmeleitern bedeckt sind. Die mittlere Temperatur des Lokals, in welchem das Krystallisiren stattfindet, muſs 18° sein; die Dauer dieses Anschieſsens beträgt 17 bis 18 Tage, die Temperatur beim Krystallisiren 30°. Darauf werden die gröſsern Krystalle in kleinere Stücke zerschlagen, getrocknet, auf einem Sieb hin und her geschüttelt, damit die scharfen Ecken und Kanten sich abrunden, auch eine leichte Verwitterung oberflächlich eintrete; die kleinern Krystalle werden wieder aufgelöst und von Neuem krystallisirt. Aus obigen Mengen erhält man 700 Theile kryst. Borax.

Der Borax krystallisirt in farblosen, durchsichtigen, 6seitigen Säulen mit 3flächiger Zuspitzung, verwittert oberflächlich, und wird dadurch etwas weiſslich, durchscheinend, schmeckt süſslich, alkalisch, reagirt schwach alkalisch, löst sich in 2 Theilen kochenden, in 12 Theilen Wasser von der mittlern Temperatur, bläht sich im Feuer auf, verliert sein Krystallwasser, über 47$^0_0$; in diesem Zustand nennt man ihn gebrannten Borax, *Borax calciné, calcined borax.* Erhitzt man ihn bis zu 300°, so wird er weich, teigartig, und in der Rothglühhitze schmilzt er zu einem farblosen, durchsichtigen Glas, welches an der Luft allmälig etwas Wasser anzieht, rissig und staubig wird, in Wasser sich langsam auflöst. Der krystallisirte Borax besteht aus: 15,53 Natr., 37,36 Boraxs., 47,11 W. Der aus den Bestandtheilen künstlich dargestellte Borax hat, obschon er reiner ist, als der gereinigte indische, die unangenehme Eigenschaft leicht zu zerbröckeln, was bei der technischen Anwendung hinderlich ist; es scheint fast davon herzurühren, daſs der indische noch etwas Fett in sich hat (?). Läſst man aber Borax aus einer concentrirten Auflösung zwischen 79 und 56° anschieſsen, so bilden sich harte, dichte Oktaëder, welche fester sind, weniger

leicht zerbröckeln, nicht verwittern, weniger Wasser enthalten, nämlich nur 30,8%.

Borax nimmt in der Schmelzhitze verschiedne Metalloxyde auf, verbindet sich mit ihnen, und wird gefärbt; so vom Kobaltoxyd blau, Chromoxydul grün, Kupferoxyd hellgrün, Eisenoxyd gelbbräunlich etc.; er befördert den Flufs von Kiesel- und Thonerde. Anwendung: zum Löthen für Gold- und Silberarbeiter, wo mit Schlageloth, Hartloth, Silberloth gelöthet wird; zum Probiren mittelst des Löthrohrs, auch als Flufs zur Untersuchung der Erze; zur Darstellung feiner Gläser (Spiegelglas), des Strafs, leichtflüssiger Gläser, zu Glasuren; zur Abscheidung der Boraxsäure, in der Medizin.

Payen in D. p. J. Bd. 27. S. 455. Bd. 29. S. 128. — *Soubeiran* das. Bd. 29. S. 59.

Chlorigsaures Natron, *Chlorite de Soude, Chl. of S.*, Chlornatron, *Chlorure de Soude*, *Chloride of Soda*, oxydirt salzsaures Natron, *Muriate de Soude oxygèné*, *Oxymuriate of Soda*, ($\dot{N}a\ddot{\overline{Cl}}$) wird ebenso wie das chlorigs. Kali (siehe oben Seite 303.) dargestellt, und gleichfalls flüssig als Bleichflüssigkeit, *(Eau de Javelle)*, *Liqueur de Labaraque*, gebraucht. Auf 1 Theil Chlorkalk kann man $1\frac{1}{2}$ Theile krystallisirtes kohlens. Natron zur Darstellung des chlorigs. Natrons anwenden. Die Eigenschaften dieser Flüssigkeit sind dieselben, wie die des chlorigs. Kalis.

Salpetersaures Natron, *Nitrate de Soude, N. of Soda*, Würfelsalpeter, *Nitre cubique, Cubic nitre*, ($\dot{N}a\overset{\because}{\overline{N}}$), findet sich unter dem Erdsalpeter in Spanien, Indien, namentlich aber in Chile, Peru im Distrikt Atacama, wo ein Lager von 25 Meilen Länge entdeckt worden ist. Man kann es darstellen, wenn man Salpeterrohlauge statt durch kohlens. Kali durch kohlens. Natron zerlegt, oder auch auf direktem Weg; endlich zersetzt sich auch salpeters. Kali und Chlornatrium in salpeters. Natron und Chlorkalium, (vergl. Seite 312).

Es krystallisirt in Rhomboëdern, schmeckt kühlend, stechend, bitterlich, weniger auffallend als das salpeters. Kali, wird feucht an der Luft, löst sich in 3 Theilen Wasser von 15,5°, in weniger als 1 Theil kochendem, verpufft langsamer als Kalisalpeter mit einer pomeranzengelben Flamme, besteht aus: 36,6 Natr. und 63,4 Salpeters. Zur Darstellung von Pulver ist es nicht brauchbar, weil es feucht wird, aber zur Gewinnung von Salpetersäure, von Schwefelsäure, Glaubersalz, Kalisalpeter und kohlens. Natron anwendbar.

Le Canu in D. p. J. Bd. 44. S. 375.

Kieselsaures Natron, *Silicate de Soude, S. of Soda.* Man kann mittelst kohlens. Natron eben so gut, als mit kohlens. Kali (Pottasche), sowohl Kieselfeuchtigkeit, als Wasserglas und eigentliches Glas darstellen, nur sind die dazu erforderlichen Mengen-

Uebersichtlichœren wichtigsten physikalisch-

Zu Seite 255.

Namen.	Farbe.	ɛyde. ɩl und ırbe.	Hydrate der Oxyde. Farbe.	Säuren. Farbe.	Niederschlag durch Schwefelwasserstoff.
Kalium......	zinnweiſs	·au eiſs ange bbraun	weiſs	—	—
Rhodium	grauweiſs	— ·aun schwarz	gelbbraun	—	schwarzgrau
Iridium......	grau	hwarz hw.blau — —	graugrün dunkelbraun — braungelb	—	dunkelbraun fast schwarz
Osmium....	graublau	— — — eiſs	dunkelgrün-schwarz dunkelbraun schwarz	—	schwz.braun
Gold	gelb	·ün ırpurn	röthlichgelb	3) dkl.braun	schwarz
Spieſsglanz.	fast zinnweiſs	mutzig-eiſs	weiſs	2) weiſs 3) gelb	feuerroth orange desgl.
Titanium....	kupferroth	hwarz	2) weiſs	weiſs	—
Tantalum ...	eisengrau	ık.grau	—	2) weiſs	—
Tellurium...	grauweiſs	—	—	1) blaſsgelb 2) citron.gelb	braunschwz.
Wolframium	dunkelgra	l.braun ferroth) 2 blau, rün	—	2) blaſs-orange	gelb
Chromium...	grauweiſs	ün 2 roth-aun	graugrün rothbraun	2) roth	—
Molybdän...	silberweiſs	hwarz l.braun 3 blau, ·ün	schwarz rostfarben	3) weiſs	schwarz dunk.braun-schwarz schwarzgrau
Vanadium...	silberweiſs	hwarz ıwarz	grauweiſs	3) ziegelroth	schwarz
Arsenik....	stahlgrau	warz	—	2) weiſs 3) weiſs	gelb

verhältnisse nothwendig verschieden von denen, die bei der Anwendung des Kalis nöthig waren. *Döbereiner* lehrt aus 70 Theilen kohlens. Kali, 54 Theilen kohlens. Natron und 152 Th. Kieselerde ein Wasserglas darstellen, welches leichter schmilzt, mit Wasser eine dünnere Flüssigkeit giebt, als Kaliwasserglas, nicht so leicht gerinnt, leichter in die Poren des Holzes eindringt. Im Mineralreich kommen verschiedne Verbindungen des kiesels. Natrons mit kiesels. Thonerde vor, welche bereits Seite 326 angeführt worden sind.

Glas, *verre, glace, glaſs*, ist eine chemische Verbindung von Kieselerde mit Kali, Natron, oder beiden zugleich, Kalk, Thonerde, Bleioxyd; (Eisenoxyd, Magnesia, Baryt, Strontian).

Man erzählt, daſs phönicische Kaufleute, welche Natron (kohlens. Natron) aus Aegypten bei sich führten, am Ufer des Flusses Belus in Syrien Feuer anmachten, und sich einiger Stücke Natron als Dreifuſs bedienten, das Verglasen des feinen Sandes bemerkt haben; die Erfindung des Glases überhaupt ist noch dunkel. Die Phönicier sollen zu Sidon und Tyrus Glasniederlagen gehabt haben; die Aegypter besaſsen die Kunst Glas zu machen, die Mumien in den Katakomben zu Memphis und Theben sind mit Glasschmuck verziert. Nur sehr langsam verbreitete sich die Kenntniſs des Glases unter den Völkern des Abendlands: die Römer erhielten dasselbe aus Alexandrien, es wurde aber erst später gewöhnlicher; Glasscheiben wurden erst zur Zeit des Kaisers *Nero* bekannt. In der Mitte des 5ten Jahrhunderts waren in der Sophienkirche in Constantinopel Glasfenster. Im Jahre 674 wurden in England die Fenster der Kirche und des Klosters zu Weremouth in Durham mit Glas versehen, welches wahrscheinlich venetianische Künstler verfertigten; die ältesten Spuren der Glasmalerei (Glasmosaik) fallen in das Ende des 8ten Jahrhunderts; im 12ten Jahrhundert wurden in der Abtei St. Denys bei Paris farbige Glasfenster eingesetzt. (Das Weitere hierüber siehe unter andern in P. ch. E. Vol. II. pag. 167.)

Die Materialien, deren man sich zur Verfertigung des Glases bedient, sind folgende:

1) Quarz, Quarzsand, der feinste, weiſseste Sand, welcher möglichst frei von Eisenoxyd ist, dient zu den besten Glassorten, so wie auch gepulverter Quarz, Feuerstein; zu dem Ende wird der Quarz geglüht und in kaltem Wasser abgeschreckt, wodurch er spröde wird, zerspringt, und sich nun sehr gut durch ein Stampfwerk, Walzwerk, oder Stein und Läufer mahlen läſst. Je feiner der Sand ist, desto leichter läſst er sich in Glas verwandeln und desto weniger Alkali ist dazu nöthig. Häufig muſs der Sand geschlemmt werden, um ihn von beigemengten Thon, Mergeltheilen, Humus, Pflanzenresten zu trennen; nicht selten wird der Sand auch geglüht, theils um alle verbrennbaren organischen Ueberreste zu zerstören, theils um ihn glühend ins Wasser zu schütten, wodurch er eine feine Zertheilung erhält. Man gebraucht aber auch den gefärb-

ten gelblichen Sand zu ordinären Glaswaaren, und die Erfahrung lehrt, daſs ein solcher leichter schmilzt als ganz weiſser, reiner Sand, weil er ein wenig Thonerde, Kalk, Eisenoxyd enthält, vergleiche oben Seite 248., 249.

Schmitz über die Reinigung d. Quarzsands, B. K. u. G.bl. 1820. S. 121.

2) Kalk, sowohl der gebrannte, an der Luft zerfallne Kalk, als auch der natürliche kohlensaure Kalk, Kreide. Da aber letztere meist organische Ueberbleibsel enthält, die durch ihren Kohlenstoffgehalt das Glas färben können, so bedient man sich lieber des gebrannten, an der Luft zerfallnen Kalks (kohlens. Kalk + Kalkhydrat). Der Zusatz von Kalk macht die Glasmasse flüssiger, giebt derselben die Eigenschaft leichter einen Temperaturwechsel zu ertragen, macht das Glas weicher, und leichter durch den Diamant schneidbar; nur muſs die Menge des Kalkzusatzes eine erfahrungsmäſsige Gränze nicht übersteigen, weil sonst das Glas milchig wird, weil nach dem Erkalten sich der Kalk vom Glas scheidet. Natronglas verträgt einen gröſsern Zusatz von Kalk, als Kaliglas. Der kohlens. Kalk dürfte vor dem Aetzkalk deshalb einen Vorzug verdienen, weil bei seiner Anwendung die in der Pottasche und der Soda enthaltnen schwefels. und salzs. Salze durch doppelte Wahlverwandtschaft in kohlens. Salze zerlegt werden. Ein Gehalt an Magnesia im Kalk (Dolomit) macht das Glas schwerer schmelzbar.

3) Holzasche, zu den geringern Sorten auch die ausgelaugte Holzasche, welche immer noch einen Rückstand an kohlens., kiesels. Kali, Kalk und Kieselerde enthält; ebenso wird der ausgelaugte Kalkäscher der Seifsieder gebraucht, in welchem hauptsächlich kohlens., kiesels. Kalk etc. enthalten ist (vergleiche oben Seite 301). Letzterer dient nur zu den geringern Sorten, zu dunkelgrünem (schwarzem) Glas. 4) Pottasche. Zu den feinern Gläsern muſs die Pottasche gereinigt werden, um die schwefels. und salzs. Salze abzuscheiden, welche letztere mit der Kieselerde nicht leicht verglasen, die Verglasung stören, es sei denn, daſs man eine sehr groſse Hitze anwenden kann, wodurch sie sich verflüchtigen. 5) Soda. Sowohl das Natron aus Aegypten, Ungarn etc., die spanische Barilla, die französischen und sizilianischen Sodaarten, Kelp- und Varecsoda, als auch künstliche Soda werden zur Darstellung von (Natron-) Glas angewendet.

6) Glaubersalz. Wasserfreies Glaubersalz ist in neuerer Zeit öfters zur Glasbereitung angewendet worden, es wird nämlich durch einen Zusatz von $\frac{1}{13}$ Kohle in schwefligs. und unterschwefligs. Natron reducirt, und dieses mit Kieselerde geschmolzen giebt, unter Entweichen der schwefligen Säure, kiesels. Natron. Es darf aber die Menge der Kohle nicht zu groſs sein, weil sie

Digitized by Google

sonst das Glas braun färbt, auch verdirbt eine zu groſse Menge des Glaubersalzes die angenehme Weiſse des Glases, macht es gelblich. Wendet man zugleich auch Pottasche an, so erzeugt sich schwefels. Kali und kohlens. Natron, ferner Kohle und kohlens. Kalk, so entsteht gleichfalls kohlens. Natron.

Scholz, über das Glaswesen und seine Vervollkommnung, in den J. d. p. I. Bd. 2. S. 192. — *Kastner* im deutsch. Gewerbsfreund Bd. 4. S. 350. — *Leguay* in D. p. J. Bd. 18. S. 235. — S. J. Bd. 24. S. 336. — B. K. u. G.bl. 1818. S. 641. 1820. S. 761. — *Westrumb* in S. J. Bd. 26. S. 285., 291. — *Kirn* in E. J. Bd. 17. S. 134. — *Baudrimont* u. *Pelouze* das. S. 265.

7) Kochsalz. Wenn man das Kochsalz neben Pottasche (und Kalk) anwendet, so bildet sich Chlorkalium und kohlens. Natron, ersteres scheidet sich als Glasgalle ab und es erzeugt sich ein Natron(-Kalk-)glas. Kochsalz allein ist kein Ersatzmittel für das kohlens. Natron, da es direkt mit Kieselerde nicht verglast, wohl aber mit Pottasche und Kalk beschickt, wo die Kieselerde durch ein anderes Fluſsmittel aufgeschlossen sich mit dem Natron des Kochsalzes verbindet. 8) Schwefelsaures Kali kann gleich wie Glaubersalz gebraucht werden, wenn kohlens. Kalk und etwas Kohle zum Glassatz genommen werden. 9) Seifesiederfluſs (Chlorkalium, Chlornatrium mit etwas kohlens. Kali und Kohle), wird in kalcinirtem Zustand zu Tafelglas, Grünglas, schwarzem Bouteillenglas angewendet.

Dingler in seinem Journal Bd. 21. S. 39.

10) Mennige dient zur Bereitung des Bleiglases, (Krystall- und Flintglases). Sie giebt dem Glas ein bedeutendes Gewicht, macht es weniger spröde, weich, leichter zu schleifen, leichter schmelzbar, und bedingt ein bedeutendes Farbenzerstreuungsvermögen. Die Mennige greift aber auch die Häfen stärker an, und macht das Glas leicht gelblich. Sie muſs von Kupfer- und Zinnoxyd völlig frei sein, sonst wird das Glas grün gefärbt, oder milchig. Beim Glasschmelzen geht die Mennige in Bleioxyd über, giebt Sauerstoff ab. Statt derselben hat man bei der Erzeugung der Schmelzgläser Bleiweiſs (kohlens. Bleioxyd) angewendet. Man hat neuerdings vorgeschlagen, schwefels. Bleioxyd anzuwenden, weil dieses kupferfrei darzustellen, wohlfeil, und mit Kieselerde leicht verglast, (ebenso Bleiglanz (Schwefelblei).)

11) Heerdglas, *picadit*, das Glas, welches beim Verarbeiten, oder durchs Reiſsen der Häfen in den Heerd geflossen ist, wird dem Glassatz für geringe Glassorten wieder beigesetzt. 12) Glasbrocken, Bruchglas, *calcin*, *cullet*, werden sortirt und beim Glasschmelzen in bestimmten Mengen zugesetzt, wodurch ein leichter schmelzender und homogener Glassatz entsteht. 13) Schmiedeschlacken, Hohofenschlacken, kiesels. Kalk

mit kiesels. Eisenoxydul, kiesels. Manganoxydul, für schwarzes Bouteillenglas.

14) Basalt. Man bedient sich des Basalts als Zusatz zur Fertigung des schwarzgrünen Glases. Basalt ist ein inniges Gemeng von Feldspath, Feldstein, Augit und Magneteisentheilen, sehr dicht und hart, bläulich-schwarz, grauschwarz; er verdankt seinen Ursprung vulkanischem Feuer. Man findet ihn im Uebergangs- und Flözgebirge oft zu Tage ausgehend. Er schmilzt an sich in mäſsiger Hitze, und giebt ein dunkelgrünes, braungrünes Glas. (Er findet sich in der Eifel, dem Rhöngebirge, Westerwald, böhmischem Mittelgebirge, Erzgebirge.)

15) Mehrere andere Fossilien können noch zum Glassatz als Zuschlag dienen, als z. B. Phonolith, (Klingstein), Feldsteinmasse mit eingewachsnen Feldspathkrystallen, Magneteisen, Glimmer, Augit, Hornblende; aschgrau, rauchgrau ins Grüne, Braune. Fast immer in der Nähe von Basalt vorkommend. (Siebengebirge, Böhmen, Fulda.) — Feldspath, kiesels. Thonerde mit kiesels. Kali (Kalk), glasiger Feldspath, Feldstein. — *v. Buquoy* in G. A. Bd. 69. S. 301. — *Jäckel* in dem J. d. p. I. Bd. 9. S. 423. — Granit, aus Quarz, Feldspath und Glimmer gemengt; — Syenit aus Feldspath und Hornblende gemengt; — Hornblende und Hornblendeschiefer zum grünen Bouteillenglas, giebt schon an sich ein braunschwarzes Glas (Hornblendeschiefer im Erzgebirge, Böhmen, Thüringer Wald, Fichtelgebirge, Schlesien). — Bimmsstein, Lava u. a. m. Tafelspath, kiesels. Kalk. — Schwerspath wird zu Flaschenglas zu St. Etienne, Valenciennes angewendet. *Berthier* in E. J. Bd. 10. S. 308. — Ferner Bd. 17. S. 262.

16) Braunstein. Je reiner, eisenfreier, desto besser. Er dient um durch Enthindung von Sauerstoffgas in der Hitze die den Glassatz färbenden Kohlentheile zu verbrennen, in Kohlenoxyd- und kohlens. Gas zu verwandeln. Das durch Sauerstoffabgabe entstandne Manganoxydul geht sodann in die Mischung des Glases als kiesels. Salz ein und bedingt, wenn etwas mehr, als nöthig, hinzugesetzt wurde, einen Stich ins Blaue. Manganoxydul enthaltende Gläser werden mit der Zeit, wenn sie am Sonnenlicht stehen, durch höhere Oxydation des Manganoxyduls zu Oxyd, violett; dies erfolgt aber nur am Licht. Setzt man zum grünen Bouteillenglas viel Braunstein hinzu, so wird es gelb. Die ältern Glasmacher nannten den Braunstein, weil er das Glas entfärbt, Glasmacherseife, *savon des verriers*, *glaſs-soap*.

17) Arsenige Säure, (Arsenik), dient zu ähnlichem Behuf als der Braunstein, sie oxydirt den Kohlenstoff, wird reducirt und als Arsenikmetall verflüchtigt. Es kann jedoch ein wenig als Arseniksäure an Kali gebunden in die Glasmasse eingehen, wenn die Hitze im Ofen nicht heftig genug; solche Gläser sind trüb. 18) Salpe-

ter, zu gleichem Zweck gebraucht, das Kali desselben trägt auch noch zur Verglasung bei.

Zur Glasfabrikation sind verschiedne Oefen erforderlich, theils zur Vorbearbeitung des Glassatzes, Kalcinir-, Frittöfen, theils zum Anwärmen der Schmelzhäfen, zum Schmelzen des Glases, zum Strecken der Glasplatten für Fenster- und ordinäres Spiegelglas, Auslauföfen, theils zum Kühlen der Glaswaaren. Sämmtliche Oefen stehen unter einem groſsen Hüttengebäude, woher der Name Glashütte, *glas-house;* in England sind es groſse konische, thurmähnliche Gebäude von 60 bis 100 Fuſs Höhe und 50 bis 80 Fuſs Durchmesser an der Sohle.

Der Glasofen, Schmelzofen, *fourneau de fusion, melting or working furnace,* ist entweder quadratisch, länglich viereckig, rund, oder oval konstruirt, letztere Formen zieht man wegen der Ersparniſs an Brennmaterial, welche man in denselben erreichen kann, mit allem Recht vor, indem sich die Wärmestrahlen nicht so zerstreuen, als bei den eckigen Oefen; an kreisförmige Oefen kann man nicht wohl Nebenöfen anbringen. Die Umfassungswände sind aus Ziegelsteinen, die innern Wände, welche mit dem Feuer in nächste Berührung kommen, Brustmauern, aus feuerfesten Ziegeln aufgeführt, deren Anfertigung eine wichtige Nebenbeschäftigung auf den Glashütten ist; besonders muſs das Gewölbe mit vorzüglich guten Steinen angefertigt sein. Die Gröſse dieser Schmelzöfen ist sehr verschieden, man hat Oefen von 6, 8, 10, 12 Häfen, je nachdem es der Betrieb erfordert; die Konstruktion ist auch sehr abweichend, je nachdem Holz, oder Steinkohle, Torf gebrannt, Hohlglas, Tafelglas, weiſses oder grünes Glas gefertigt werden soll. Der Glasofen wird über gut angelegten Fundamenten mit Abzüchten aufgeführt, welche parallel den Umfassungsmauern laufen, 1 Quadratfuſs Querschnitt haben, und in gleicher Höhe sich durchkreuzen. Die Sohle des Aschenfalls liegt, nach Maſsgabe der Umstände, mehrere Fuſs unter der Hüttensohle; je tiefer dieselbe liegt, desto stärker ist der Zufluſs von Luft; man legt auch wohl Röschen, besondere Kanäle an, um die Luft von Auſsen zuzuleiten, mit welchen die Aschenfälle beider Feuerungen in Verbindung stehen. Die Gröſse der Roste, der Abstand der Roststäbe richtet sich nothwendig nach dem Brennmaterial.

Zu beiden Seiten des Ofens sind die Bänke, *sièges, bancs,* gemauert, auf denen die Schmelzhäfen stehen; ist der Ofen rund, so bilden dieselben eine kreisförmige Ebne, in der Mitte ein Feuerloch, durch welches der Feuerstrom aufsteigt, welcher von dem Brennmaterial auf dem unter den Bänken liegenden Rost gebildet wird. Die Umfassungsmauer des Ofens hat an einer bequemen

Stelle eine groſse Oeffnung, durch welche die Häfen in den Ofen gebracht werden können, Aufbrechloch, Tiegelloch, *tonnelle;* es wird, nachdem die Häfen herausgenommen und wieder eingesetzt worden sind, mit scharf gebrannten Steinen vermauert, *fausses claies.* Ueber dem obern Rand der Häfen befinden sich in der Umfassungsmauer die Arbeitslöcher, *ouvreaux, working holes, boccas*, durch welche die Häfen besetzt werden, der Glasmacher zum Glas gelangen, und das zu bearbeitende, an der Pfeife sitzende, Glasgeräth in dem Ofen anwärmen kann. Die Weite dieser Löcher ist sehr verschieden; während des Schmelzens werden sie durch Vorsetzer geschlossen. Zwischen ihnen springen aus der Umfassungsmauer Schirmwände vor, welche dazu dienen, den Glasmacher, welcher vor dem Arbeitsloch arbeitet, vor der Hitze der nächsten Arbeitslöcher zu schützen. Unter den Arbeitslöchern sind kleine Oeffnungen zum Erhitzen der Pfeifen angebracht, *trou de la canne, boccarella, nose-hole.* Auſserdem sind noch verschiedne Zuglöcher vorhanden.

Ueber der Umfassungsmauer ist ein Gewölbe gesprengt, dessen Anfertigung eine besondere Sorgfalt erfordert; es wird aus festgebrannten Steinen, die nicht mehr in der Hitze schwinden, gebaut, die Steine werden aneinander geschliffen, mit Thonspeise, *coulis,* verbunden. Die Form des Gewölbes richtet sich nach dem Brennmaterial und der beabsichtigten Hitze. Die Flamme spielt um die Häfen und entweicht theils zur Seite in mehrere Schornsteine neben dem Ofen, welche durch Füchse mit dem Ofenraum in Verbindung gesetzt sind, und mit eisernen Schiebern geschlossen oder geöffnet werden können, theils durch eine Oeffnung im Gewölbe in einen hohen Schornstein, Einrichtungen, die bei Steinkohlenfeuerung unumgänglich nöthig sind. Bei Holzfeuerung benutzt man die Flamme des Schmelzofens für die angebauten Nebenöfen.

Man theilt den Ofen in 3 besondere Räume ein: man nennt Grubenraum den Raum zwischen dem Fundamentstein und den Bänken; der Raum des Ofens von der Oberfläche der Bänke bis zum Anfang des Gewölbes heiſst der Häfenraum; der übrige Raum heiſst der Gewölberaum.

Auf Tafel VI. ist in Fig. 1. und 2. ein Ofen zu weiſsem Fensterglas dargestellt, wie er auf dem Böhmer Wald gebräuchlich, (nach *Kirn*'s Angabe in K. A. f. M. Bd. 2. S. 254.). Fig. 1. Längendurchschnitt durch den Glas- und Kühlofen, Fig. 2. Grundriſs beider. a der Aschenfall unter der Hüttensohle; der Feuerheerd besteht aus 3 Theilen, aus einem Mittelstück d, welches in der Mitte vertieft, um das Glas, welches sich im Ofen sammelt, aufzunehmen, und den beiden Heerdplatten b, b. c, c Zuglöcher; e, e Schürlochgewölbe, auf welchen zum Theil die Bankplatten f, f ruhen. In der Mitte zwischen diesen Gewölben und dem

übrigen Theil der Brücke strömt die Flamme in den Obertheil des Ofens. Um diese Oeffnung stehen die Häfen g, g so gedrängt als möglich, damit der Raum im Ofen vollständig benutzt werde. h die Brustwand des Ofens, i die Oeffnung, durch welche die Häfen eingesetzt werden; dieselbe ist, so lange man sie nicht braucht, mit einer dicken Thonplatte geschlossen; k, k, k die Basis der Kappe, des Ofengewölbes; l, l, l die Arbeitslöcher, sie sind gröſser oder kleiner, je nach der Gröſse der Waaren, die gefertigt werden sollen. m die Fuchsöffnung, welche nach dem angebauten Kühlofen n führt. Meist ist dahinter ein Darrofen angelegt, welcher hier nicht mitgezeichnet worden.

An den Schmelzofen sind oft Nebenöfen, *arches,* angebaut, meist 4 oder auch wohl nur 2; sie stehen theils mit dem Schmelzofen durch angebrachte Füchse, *lunettes, linnet-holes,* von 8 bis 9 Z. Durchmesser in Verbindung, theils sind sie auch ohne Zusammenhang mit dem erstern. Die Nebenöfen dienen theils zum Aufwärmen der Häfen, Temperöfen, *arches à cuire de pots,* theils zum Kaleiniren der Materialien, Matereiöfen, *arches à matières, (calquaise), calcar,* zur Bereitung von Fritte, Frittöfen, *arches à fritter, fine arches.* Es werden auch wohl die Nebenöfen als Kühlöfen gebraucht. Bei runden Schmelzöfen, wo man nicht gut Nebenöfen anbauen kann, hat man besondere Kalcinir-, Anwärme- und Kühlöfen.

Kühlöfen, *fourneaux à recuire, lier, leer, annealing furnaces,* sind theils ohne Verbindung mit dem Glasofen angelegt, theils aber auch mit diesem durch Füchse verbunden. Sie haben abweichende Konstruktion, je nachdem sie zu Hohlglas, weiſsem, grünem, Krystallglas, Tafelglas, gegoſsnen Platten etc. bestimmt sind. Es sind meist länglich viereckige Räume, mit einem Heerd am einen Ende, von welchem aus sie geheitzt werden. Nicht selten ist aber auch der Kühlofen mit dem Glasofen so verbunden, daſs durch eine im Scheitel des Gewölbes angebrachte Oeffnung, *occhio, lumella,* die Hitze in den zum Theil auf dem Gewölbe des Glasofens ruhenden Kühlofen hereinschlägt, einen 16 bis 20 F. langen Kanal, *galerie, leer,* welcher in eine Kühlkammer ausläuft. Durch in der Seitenwand angebrachte Oeffnungen kann die Hitze vermehrt und vermindert werden; am heiſsesten Ende des Kühlofens werden die gefertigten Glaswaaren in eiserne flache Kästen, *fraiches, lier-pans,* eingesetzt, welche, so wie sie gefüllt sind, weiter nach der Kühlkammer hin fortgestoſsen, und andere gefüllt werden. Man hängt mittelst Ketten einen Kasten an den andern, so daſs man sie am entgegengesetzten Ende langsam vorwärts ziehen kann, wie diese Einrichtung namentlich in England üblich ist.

Streeköfen, *fourneaux d'étendage, spreading oven,* dienen in Walzenform aufgetriebnes Glas in Tafeln zu verwandeln. Der

Hitzegrad solcher Oefen geht bis zur lebhaften Rothgluth, bei welcher sich das Glas biegen läfst. Die Streckplatte in der Sohle des Streckheerds wird aus gutem feuerfesten Thon und Cäment, aus zerstampften Ziegelscherben, gefertigt, aber aus einem Stück, welches vorher wohl gebrannt und geebnet sein mufs; oder man bedient sich eines sogenannten Glaslagers. Die Strecköfen sind mit Kühlöfen unmittelbar verbunden, damit die gestreckten Tafeln nach dem Kühlen aufgestellt werden können; in ihnen ist die Hitze nicht so grofs, Dunkelrothglühhitze. Die Streckplatten müssen wo möglich beweglich sein, so dafs sie mit der darauf gebügelten Glastafel in den Kühlofen geschoben werden können; sie müssen die abwechselnde Temperatur des Streck- und Kühlofens ohne zu zerspringen ertragen. Auch hier hat man eiserne Hunde eingerichtet, welche auf Eisenbahnen gleiten, die im Kühlofen gelegt sind. Um die Einwirkung der Flamme auf das zu streckende Glas zu vermeiden, wodurch letzteres an schönem Spiegel verliert, hat man die Streckung in muffelartig konstruirten, vom Feuer aufserhalb umspielten, Oefen ausgeführt.

Lippert's Glasleger V. d. G. 1825. S. 200. — B. d. l. s. d'E. 1825. p. 293. — *Coffan* bewegliche Streckplatte D. p. J. Bd. 42. S. 348. — *Hutter* Br. d'i. T. 22. p. 363. — *Kirn* im J. d. pr. Ch. Bd. 2. S. 186.

Die Glashäfen, *pots, creusets, glafs-pots,* werden auf den Glashütten selbst angefertigt; ihre Darstellung ist ein wichtiger Gegenstand für den Glasfabrikant. Feuerfester Thon ist hiezu allein anwendbar, welcher frei von Kalknieren, Mergel, Schwefelkies, fast ganz allein aus Kiesel- und Thonerde mit wenig Eisenoxyd besteht, (vergleiche unten den Artikel „Thon"); in England dient der berühmte Stourbridge-Thon. Der Thon wird sorgfältig geschlemmt, mit Cäment gemengt verarbeitet; das Cäment wird durch Zerstampfen, Zermahlen von Schmelztiegelbrocken erhalten, die der heftigsten Hitze ausgesetzt waren; war bereits Glas in denselben geschmolzen worden, so mufs dieses erst sorgfältig davon abgeschlagen werden. Die Mengungsverhältnisse richten sich nach der Beschaffenheit des Thons, ob er fett, oder mager, ob die Häfen für Krystall-, Tafel- oder Flaschenglas gebraucht werden sollen, welche verschiedne Hitzegrade erfordern, auch nach der Gröfse und den Dimensionen. Die wohl durch einander gearbeitete Masse wird in Formen geprefst, damit die Häfen möglichst dicht, und alle Luftblasen vermieden werden, welche beim Anwärmen ein Zerspringen bedingen.

Die Gestalt derselben ist rund, oval, (viereckige Schmelzgefafse kommen höchstens noch beim Gufs der Spiegelgläser vor); der obere Durchmesser ist gröfser als der untere, jedoch nicht viel, und mit der Höhe meist gleich; die Stärke richtet sich noth-

wendig nach der Höhe und Durchmesser. Ist die Höhe und Weite 2 Fuſs, so ist die Stärke 3 Zoll, bei $2\frac{1}{2}$ Fuſs $4\frac{1}{4}$ Zoll. Die Häfen müssen in der Schatte bei 16 bis 20° sehr langsam trocknen, indem man den dicken Boden täglich feststampft; dann bringt man sie, um sie noch mehr austrocknen zu lassen, in eine Trocknenkammer, welche auf 30 bis 40° geheitzt wird, aber stufenweis und nicht höher. Nachdem sie wenigstens 4 Wochen lang hier getrocknet worden sind, werden sie in die Aufwärmeöfen gebracht, und so aufgestellt, daſs die Flamme von allen Seiten dieselben bespühlen kann; die Hitze wird sehr allmälig bis zur lebhaften Rothglühhitze gesteigert. Darauf bringt man dieselben in den Glasofen, um sie dort völlig fest zu brennen. Da die Schmelzhäfen durch das Schmelzen des Glassatzes stets angegriffen werden, so wird dadurch jedes Glas etwas Thonerde haltend. Man trägt daher in neue Häfen nur Glasbrocken ein (Anglasen), weil diese keinen Ueberschuſs an Alkali enthalten, welches die Häfenmasse stark angreift, ehe sie gehörig auf der innern Fläche glasurt sind. Zur Darstellung von Krystall- und Flintglas bedient man sich bei Steinkohlenfeuer bedeckter Häfen, *capt pots,* ungefähr von der Form der Bienenstöcke, die an der einen Seite in der Krone eine Oeffnung und vorspringenden Hals haben, mit welchem sie durch die Umfassungsmauer ausmünden. Bei Torffeuerung werden bedeckte Häfen wegen der Flugasche gleichfalls nothwendig. In denselben schmilzt das Glas schwerer, als in offnen, da die Hitze nicht wie bei letztern von oben unmittelbar auf die Glasmasse einwirken kann. Dieser Umstand hat daher auch Veranlassung gegeben, reichlich Bleioxyd als Fluſsmittel anzuwenden.

Zum Betrieb der Glasöfen gebraucht man Holz, Torf, Steinkohlen; erstere müssen möglichst trocken sein, ersteres wird noch besonders durch Aufstellen über dem Schmelzofen auf Darrbalken, auch in eignen Darröfen getrocknet, welche mit Torf am wohlfeilsten geheitzt werden. Torf ist besonders zum Anwärmen der Häfen, Kühlen der Geschirre, zur Bereitung der Fritte, zum Heitzen der Streckôfen, aber auch zum Schmelzen brauchbar. Steinkohlen, besonders solche, welche wenig Asche hinterlassen, und die Roste nicht verstopfen, (also Sinter- und Sandkohlen) sind zum Betrieb des Schmelzens anwendbar, nur muſs dann ein verhältniſsmäſsig gröſsrer Luftzutritt stattfinden, die Oefen müssen gut ziehende Essen haben, verhältniſsmäſsig groſse Roste; die Höhe des Gewölbes ist dann auch anders.

Ueber den Bau der Oefen, *Malherbe* Br. d'i. T. 2. p. 107. — *Hoffmann* Darröfen, J. d. p. I. Bd. 11. S. 88. — *Kirn* in K. A. f. M. Bd. 3. S. 189., 203. J. d. pr. Ch. Bd. 2. S. 175. — *Chevandrier* in Br. d'i. T. 22. p. 229. — *Darcet* rauchverzehrender Glasofen, A. d. l'i. n. T. 7. p. 57.

Man unterscheidet die Fabrikation von **Hohlglas**, **Tafelglas**, welche beide durchs Blasen erzeugt werden, und des **gegoſsnen Glases**. Das Hohlglas selbst ist in der Qualität sehr verschieden, dunkelgrünes, schwarzgrünes Flaschenglas, halbweiſses, weiſses, Krystallglas, Flintglas; das Tafelglas, als grünes Fensterglas, halbweiſses, weiſses. Es folgen hier einige Angaben von Glassätzen, die man nur als Beispiele für einzelne Fälle, nach Maſsgabe der Einrichtung der Schmelzöfen, betrachten darf.

Flaschenglas, *verre à bouteilles*, *bottle-glaſs;* 11 Pfund trocknes Glaubersalz, 10 Pf. Seifesiederfluſs, $\frac{1}{2}$ Scheffel ausgelaugten Seifesiederäscher, 56 Pf. Sand, 22 Pf. Heerdglas, 1 Ctnr. grüne Glasbrocken, 25 Pf. Basalt; giebt dunkelgrünes Glas. — Desgleichen: gelber oder weiſser Sand 100, Varec- oder Kelpsoda 30 bis 40, ausgelaugte Holzasche 160 bis 170, frische Asche 30 bis 40, Lehm 80 bis 100, Glasbrocken 100, (Basalt; dann kann die Menge der Varecsoda bedeutend vermindert werden.)

Grünes Fensterglas, *Broad-glaſs*, *inferior window-glaſs*. 11 Pf. trocknes Glaubersalz, 10 Pf. Seifesiederfluſs, $\frac{1}{2}$ Scheffel ausgelaugten Seifesiederäscher, 50 Pf. Sand, 22 Pf. Heerdglas, 1 Ctnr. grüne Glasbrocken. — Desgleichen 6 Scheffel Kalkäscher, 3 Scheffel Kelpsoda, 4 Scheffel Sand; diese Materien werden 20 bis 30 Stunden kalcinirt, und in 12 bis 15 Stunden zu Glas geschmolzen.

Crown-glaſs (*Window-glaſs*, Fensterglas), 300 feinen Sand, 200 gute Soda, 33 Kalk, 250 bis 300 Glasbrocken. — 60 weiſsen Sand, 30 gereinigte Pottasche, 15 Salpeter, (1 Borax,) $\frac{1}{2}$ arsenige Säure.

Halbweiſses Tafelglas, *verre à vitre demi-blanc*, 20 Pf. Pottasche, 11 trocknes Glaubersalz, 10 Seifesiederfluſs, 55 Sand, 140 Tafelglasbrocken. — 100 Sand, 235 rohe Varecsoda, 60 Asche, $1\frac{1}{3}$ Braunstein, 100 Glasbrocken.

Weiſses Tafelglas, *verre à vitre blanc*, *verre en table*, 40 Pf. Pottasche, 11 Kreide, 76 Sand, $\frac{1}{2}$ Braunstein, 95 weiſse Glasbrocken; — 50 gereinigte Pottasche, 100 Sand, 20 Kreide, 2 Salpeter. — 100 weiſsen Sand, 65 gute Pottasche, 6 zerfallnen Kalk, 50 Glasbrocken, 1 arsenige Säure, 0,3 Braunstein. — Böhmisches Tafelglas: 63 Quarz, 26 ger. Pottasche, 11 Mehlkalk, Glasbrocken. — Böhmisches ordin. Tafelglas: 59 Quarz, 29 ger. Pottasche, 12 Mehlkalk, 50 bis 60 Glasbrocken. — 100 kalc. Pottasche, 50 Kochsalz, 75 Kalk, 300 Sand, 200 bis 300 Glasbrocken. — 100 Glaubersalz, 50 Kochsalz, 75 Kalk, 300 Sand, 200 bis 300 Glasbrocken, 7 Kohle. (Englisches Fenster- und Tafelglas, D. p. J. Bd. 27. S. 462. — Böhmisches *Kirn* in K. A. f. M. Bd. 2. S. 260.)

Krystallglas ohne Bleioxyd, *verre à Gobeletterie*, 60 gereinigte Pottasche, 120 Sand, 24 Kreide, 2 Salpeter, 2 arsenige Säure, $\frac{1}{16}$ Braunstein. — 70 gerein. Pottasche, 120 weiſsesten Sand, 10 Salpeter, $\frac{1}{2}$ arsenige Säure, $\frac{1}{3}$ Braunstein. — 67 Sand, 23 gereinigte Pottasche, 10 Mehlkalk, $\frac{1}{4}$ Braunstein (5 bis 8 Mennige.)

Bleiglas, **Krystallglas**, **Flintglas**, (Klingglas), *Cristal*, 120 weiſsen Sand, 50 Mennige, 40 gereinigte Pottasche, 20 Salpeter, $\frac{1}{3}$ Braun-

stein. — 120 weiſsen Sand, 40 ger. Pottasche, 35 Mennige, 13 Salpeter, $\frac{1}{12}$ Braunstein. — 30 feinsten Sand, 20 Mennige, 8 ger. Pottasche, 2 Salpeter, ein wenig arsenige Säure nnd Braunstein. — 100 Sand, 45 Mennige, 35 ger. Pottasche, $\frac{1}{7}$ Braunstein, $\frac{1}{5}$ arsenige Säure. *Pajot Descharmes* in D. p. J. Bd. 27. S. 462.

Spiegelglas, *verre à glaces*, *plate-glaſs*, ganz weiſsen Sand 300, trockne gereinigte Soda 100, kohlens. Kalk 43, Braunstein 1, Glasbrocken 300. — Feinsten Sand 720, ger. Soda 450, gebrannten Kalk 80, Salpeter 25, Glasbrocken 425. Man schreibt auch einen Zusatz von Borax oder Boraxsäure vor, (so auch etwas Kobaltoxyd.)

Das Verfahren beim Glasmachen ist ungefähr folgendes.

Die zur Glasbereitung bestimmten Materialien werden, nachdem vorher die viel Feuchtigkeit und brennbare Substanzen enthaltenden Ingredienzien kalcinirt worden sind, wie Seifesiederäscher, Fluſs, rohe Soda, in den passenden Verhältnissen abgewogen, der Glassatz, *composition,* und am besten bei feinern Glassorten unter steinernen Walzen unter einander gemengt; gewöhnlich geschieht dies in Mengetrögen. Der gemengte Glassatz wurde früher meist gefrittet, *frittage, fritting,* in eignen Oefen, unter stetem Umwenden mit eisernen Haken, *ringard,* erhitzt, jedoch nicht so stark, daſs derselbe in Fluſs geräth, sondern höchstens nur teigartig wird. Durch diesen Vorbereitungsprozeſs sollen die ungleichartigen Substanzen in eine nähere Berührung mit einander gebracht, und mit Hülfe der Wärme eine innige chemische Verbindung vorbereitet werden; Holzfeuerung ist für Fritte zum weiſsen Glas nothwendig. Da die Darstellung einer zusammengesinterten Fritte holz- und zeitraubend ist, so hat man diese Vorbereitung meist aufgegeben, indem sich obige Vortheile durch geschickte Leitung des Schmelzens erreichen lassen.

So wie die Häfen in dem Aufwärmeofen stark und lange genug erhitzt worden sind, werden sie in den Schmelzofen, dessen Temperatur mit der des erstern gleich sein muſs, nachdem das Aufbrechloch aufgemacht worden, glühend so schnell als möglich gebracht, worauf dieses wieder vermauert wird; eine sehr beschwerliche Operation, *enfournement, setting of pots.* Man läſst langsam die Hitze steigen und unterhält sie an 6 bis 8 Stunden, ehe man die Häfen besetzt. Man trägt in die glühenden Häfen mit eisernen Schaufeln die Fritte, oder den gemengten Glassatz, durch die Arbeitslöcher in getheilten Mengen, in 2 bis 3 Zeitabschnitten ein, um das Schmelzen zu erleichtern. Die nächste Portion wird nicht eher hinzugebracht, als bis die vorhergehende bereits niedergeschmolzen ist. Während des Schmelzens wird der Glasofen heiſs geschürt, ein lebhaftes Flammfeuer gegeben und mit gröſster Pünktlichkeit unterhalten. Die Hitze, die der Ofen

hervorbringt, hängt jedoch nicht allein von der Beschaffenheit des Brennmaterials und dem Fleiſs des Schürers, sondern von der Konstruktion und der Zeit ab, seit welcher ein Ofen im Gebrauch ist; denn weder zu Anfang, noch zu Ende der Campagne, wo er bereits schadhaft geworden ist, giebt er die intensive Gluth, als in der Mittelzeit. Aber auch Wind und Wetter haben Einfluſs; am besten heitzt sich der Ofen bei windstillem, heiterem, kaltem Wetter. In dieser Hinsicht sind die unterirdischen Röschen, welche an der Seite ausmünden, die dem Wind am wenigsten ausgesetzt ist, empfehlungswerth.

Ist das Glas im Schmelzen, so verbindet sich die Kieselerde mit dem Kali, Natron, Kalk, Bleioxyd etc.; die Substanzen, mit welchen sich die Kieselerde und das Glas nicht verbinden, oder wenigstens nicht bei der obwaltenden Temperatur, werden theils als Glasgalle, *glaſs-gall*, abgeschieden, die auf der Oberfläche des Glases schwimmt, oder gas- und dampfförmig entfernt. Die Glasgalle besteht hauptsächlich aus Chlorkalium, *sel de verre*, oder schwefels. Kali, *fiel de verre*, aus der Pottasche, der Asche, der nicht gereinigten Soda herrührend. Man schöpft sie theils mit einem eisernen Löffel ab, wenn sie sich in zu groſser Menge abscheidet, was durch gehörige Reinigung der alkalischen Substanzen vermieden werden kann, theils läſst man sie auch wohl, wenn es nur wenig ist, bei dem hohen Hitzgrad des Ofens sich verflüchtigen. Es giebt besonders viel Glasgalle bei der Anwendung von Asche, Varecsoda, Seifesiederfluſs.

Glasgalle wird zur Salpeterfabrikation, vergleiche oben Seite 312., zum Färben des Goldes auf Bronze, zur Feuerversilberung, und zu einigen andern Zwecken verwendet.

Um sich vom Fortgange des Schmelzprozesses zu überzeugen, wird Probe gezogen, mit einem eisernen Stab ein Tropfen herausgenommen; ist die Verbindung der Kieselerde mit den Flüssen erfolgt, so wird dennoch die Hitze noch eine Zeit lang unterhalten, damit sich das Glas läutere, *raffiner*, *refining*. Während des dünnflüssigen Zustands entweichen noch Gase und Dämpfe, verschwinden also die Luftbläschen in der Glasmasse, verflüchtigt sich auch mit vielleicht noch vorhandner Glasgalle ein Ueberschuſs an Fluſsmittel, wodurch das Glas härter und dauerhafter wird. (Die Luftentwickelung befördert man häufig durch das Hineinhalten von frischem Holz, einer Kartoffel, in die Glasmasse.) Ist nun die Glasmasse gehörig geläutert, (von den Glasmachern Metall genannt), so wird die Hitze im Ofen so weit vermindert, der Ofen abgelassen, kalt geschürt, daſs das Glas dickflüssiger und zum Bearbeiten geschickt wird; bei dieser Temperatur muſs der Ofen so lange erhalten werden, als das Verarbeiten dauert.

Digitized by Google

(Nach von *Scholz* angestellten Versuchen in einem Ofen mit 4 Häfen war die Hitze beim Heiſsschüren am obern Rand der Häfen 130°, beim Kaltschüren 69° W.)

Zur Verfertigung des Hohlglases ist die Pfeife, *canne, blowing-iron,* ein unentbehrliches Werkzeug; es ist ein eisernes Rohr, ungefähr $4\frac{1}{2}$ bis 5 Fuſs lang, 2 bis 3 Linien im Lichten, an einem Ende mit einem Mundstück und einer hölzernen Fassung von etwa 1 Fuſs Länge, am andern mit einem runden Knopf; sie ist die Seele der ganzen Fabrikation! Auſserdem sind noch erforderlich Hefteisen, *pontil, punt,* eiserne Platten, Marbel, *marbel, mavre,* um auf denselben das an der Pfeife haftende Glas hin und her zu rollen, zu ebnen; Scheeren zum Ausweiten und Ebnen der Mündungen und Hälse der Gefäſse, zum Abschneiden des überflüssigen; Sprengeisen etc.; Formen von Holz, Eisen, Kupfer, Messing.

Der Arbeiter taucht die angewärmte Pfeife ins Glas, nimmt etwas mit derselben heraus, läſst es ein wenig erkalten, taucht wieder ein, bis die Glasmasse die gehörige Gröſse erreicht hat. Soll eine Flasche gefertigt werden, so wird das Glas, nachdem die Pfeife in vertikaler Richtung gedreht worden ist, um der anhängenden Masse eine längliche Form zu geben, auf dem Marbel bearbeitet, dann zur Eiform ausgetrieben. Ist das Glas etwas erkaltet, so wird es durchs Arbeitsloch hindurch in den Ofen gehalten, um es wieder weich zu machen. Hierauf wird es weiter aufgetrieben, am Boden der Flasche mittelst eines Tropfens Glas das Nabeleisen befestigt, mittelst desselben der Nabel eingedrückt und der Hals von der Pfeife durchs Benetzen mit Wasser abgesprengt. Man wärmt den Hals auf, gleicht die Mündung mit einem pincettenartig gestalteten Instrument unter stetem Drehen aus, und legt einen Glasfaden um die Mündung der Flasche, den Ring bildend. Ist die Flasche fertig, so wird sie nach dem Kühlofen getragen, dort das Nabeleisen abgelöst. Der Kühlofen muſs bis zur Dunkelrothglühhitze geheitzt sein (für Flaschen); ist er völlig gefüllt, so wird das Eintragloch verschlossen, und derselbe einer langsamen Abkühlung überlassen, bis man ohne Nachtheil die Hand hineinhalten kann.

Soll groſse Hohlwaare gefertigt werden, wie Retorten, Ballons zum Subliminen von Salmiak u. dergl., so bedient man sich zum Auftreiben, um gleiche Gröſse zu erhalten, hölzerner Formen, in welchen man mittelst etwas Wasser, welches der Glasmacher in den Mund nimmt und durch die Pfeife spritzt, durch die sich bildenden Wasserdämpfe die Glaskugel rasch auftreibt. — Mittel das Auftreiben zu erleichtern *Robinet* in D. p. J. Bd. 46. S. 406. — *Ricket* Flaschen zu fertigen in J. d. p. I. Bd. 5. S. 365.

Soll Tafel- oder Spiegelglas geblasen werden, so wird durch öfteres Eintauchen eine bedeutend groſse Glasmasse an den Knopf

der Pfeife befestigt (an 4 Pfund und darüber); dieſs wird dadurch bewerkstelligt, daſs das mit der Pfeife aus dem Hafen genommene Glas durch Aufspritzen von kaltem Wasser abgeschreckt wird, worauf es fest an der Pfeife sitzend wieder in den Hafen getaucht wird, um noch mehr Glas aufzunehmen. Darauf wird das heiſse Glas länglich bearbeitet, aufgetrieben und pendelartig in eigens dazu in der Hüttensohle angebrachten Versenkungen hin und her bewegt, währenddem zwischendurch angewärmt und aufgetrieben wird; hierdurch nimmt das Glas eine cylindrische Form an, das untere Ende ist jedoch noch halbkuglig. Nun muſs der Cylinder am entgegengesetzten Ende geöffnet werden; dieſs wird theils dadurch bewerkstelligt, daſs der Glasmacher den Cylinder im Ofen stark anwärmt, und so wie derselbe recht heiſs geworden, mit aller Kraft in die Pfeife bläst und dadurch ein rasches Oeffnen und Ausdehnen bedingt. Darauf wird wieder pendelartig geschwenkt und, wenn die gehörige Länge erreicht ist, abgesprengt; alsdann der Länge nach der Cylinder aufgesprengt, indem man die Stelle, wo der Sprung entstehen soll, mit einem glühenden Eisen erhitzt, und dann mit dem nassen Finger berührt. (Die Figuren A bis H auf Tafel VI. zeigen die verschiednen Formen, die das Glas nach und nach annimmt.)

Eine andere Art den Cylinder zu öffnen ist die, daſs ein Gehülfe mit einem spitzigen eisernen Instrument und Hammer eine Oeffnung in das halbkuglige Ende macht, *punching*. Hierauf wird das offne Ende angewärmt, die Oeffnung mit einer Scheere erweitert, *opening*, und ausgeglichen, bis das Glas in der ganzen Länge ein Cylinder geworden; dann schneidet man den Cylinder in seiner Länge halb auf, befestigt an das offne Ende ein Hefteisen, welches die Form eines T besitzt, *transferring*, sprengt die Pfeife ab, erweitert auch dieses Ende, gleicht es aus und schlitzt es auf, worauf der ganze Cylinder geöffnet ist und das Hefteisen abgenommen wird.

Die Cylinder werden nun nach dem Streckofen gebracht, allmälig angewärmt, und dann mit einem heiſsen eisernen Instrument, der Walzengabel, mitten auf die mit feinem Sand oder Kalk bestäubte Streckplatte gelegt, die Längenspalte nach oben gekehrt. Das Glas, durch die Hitze weich geworden, legt sich selbst platt, wird mit dem Streckeisen auf die Streckplatte angedrückt, mit dem Polireisen geebnet, gebügelt, in den unmittelbar dahinter liegenden Kühlofen geschoben, wo die Tafeln bald aufgerichtet an quer durchgehende eiserne Stangen angelehnt, neben einander in vertikaler Stellung abkühlen; sind es Spiegelgläser, so müssen sie, wie die gegoſsnen Spiegelplatten, liegend kühlen. Das Strecken der bessern Fenstergläser geschieht nicht auf gewöhnlichen irdnen Streckplatten, sondern über Glasplatten, Lagern, wodurch dieselben beim Abschieben nicht beschädigt werden, wie bei der

An-

Anwendung von gewöhnlichen Irdenplatten, und die Streckarbeit reiner ausfällt. Allein das Lagerstrecken ist auch weit kostbarer, da das Glaslager durch das Hin- und Herschieben und durch die Temperaturverschiedenheit im Streck- und Kühlofen leicht zerspringen. Hiergegen beweisen sich gut angefertigte Thonplatten aus einem Stück viel haltbarer.

Beschreibung der auf Tafel VI. Fig. 9. und 10. gegebnen Darstellung eines Streck- und Kühlofens für Tafelglas. Fig. 9. Grundriſs in der Höhe der Sohle beider Oefen, Fig. 10. Längenprofil nach der punktirten Linie x x. Fig. 9. a der Feuerraum, b, b Kanäle, durch welche die Flamme in beide Oefen aufsteigt, c der Streckofen, auf dessen Sohle die Streckplatte, d der Kühlofen, e, e eiserne Stäbe, welche quer durch den Kühlofen gehen, an welche die Glastafeln beim Kühlen angelehnt werden, f, f der Kanal, in welchem die aufgesprengten Glaswalzen vorgeschoben und allmälig angewärmt werden. g die Oeffnung im Streckofen, durch welche die zur Streckung nothwendigen Operationen vollbracht werden, h Thür im Kühlofen, durch welche man Werkzeuge zum Aufrichten der Glastafeln einbringt.

Eine eigne Fabrikation von Tafelglas ist die des sogenannten Mondglases, *verre à boudines, crown-glaſs*, welche zuerst in Frankreich in der Normandie betrieben wurde, jetzt aber dort seltner ausgeübt wird, desto mehr in England und auch im Preuſsischen Staat, vorzüglich in Westphalen. Der Glasbläser treibt das Glas in Form einer Melone auf, *flashing*, heftet dann am untern Ende ein Eisen an und drückt die Bodenfläche platt. Hierauf wird das Glas von der Pfeife abgesprengt, in einem eignen Ofen mit sehr groſsem Arbeitsloch, Auslaufofen genannt, *flashing-furnace*, aufgewärmt, und durch die Centrifugalkraft des schnellen Umdrehens der horizontal gehaltnen Pfeife immer flacher und flacher, bis das Gefäſs endlich in eine ebne groſse Scheibe von 50 bis 60 Zoll Durchmesser ausgeflächt ist. (Die Figuren I bis O auf Tafel VI. zeigen die verschiednen Formen, die das Glas nach einander erhält.) Man bemerkt in der Mitte dieser kreisförmigen Glasscheiben eine etwas dickere Stelle, das Ochsenauge, *bulls eye*. Aus diesen runden Scheiben schneidet man halbe Monde, Mittelstücke, viereckige Scheiben, sechseckige u. s. w.

Sohn im B. K. u. Gbl.. 1830. S. 465.

Verfertigung von Bleiglas, Klingglas, Krystallglas, *cristal, flint glaſs* *), welches sich ganz besonders zum Schleifen eignet. Der Hitzgrad im Glasofen ist weit geringer, als bei andern Gläsern, wegen der Leichtflüssigkeit, welche das Bleioxyd bedingt;

*) Also genannt, weil man sich früher der kalcinirten Feuersteine, *flints*, zu dessen Bereitung bediente.

beim Schmelzen darf kein Rauch entstehen. Sollen daher Steinkohlen angewendet werden, welche Rauch machen, so müssen die Häfen bedeckt sein (vergl. vorn Seite 363) und, um eben so schnell zu schmelzen als in offenen Häfen, ein stärkerer Zusatz von Bleioxyd gegeben werden. Die Läuterung erfordert bedeutende Zeit. Bei dem Zusatz von Bleioxyd ist es aber unmöglich ein durchweg gleiches Glas zu erhalten, indem, wegen des grofsen specifischen Gewichts, das Bleioxyd geschmolzen zu Boden sinkt, wodurch die unterste Schicht Glas im Schmelzhafen die reichste, die darauf folgenden stufenweis ärmer an Bleioxyd sind, und sich in parallelen Lagen absondern, wodurch Streifen und Wellen im Glas entstehen. Natron statt Kali zum Bleiglas verwendet macht einen grünen oder blauen Stich. Um das Schleifen für kleinere Gegenstände zu ersparen, treibt man das Glas in polirten Messingformen auf, welche aus zweien und mehrern, mit Charnieren verbundnen, Stücken bestehen. Man hat auch angefangen, flache Geräthe zu pressen, namentlich sind aus Nordamerika in neuester Zeit recht schöne und wohlfeile Waaren der Art in den Handel gekommen.

Zum optischen Gebrauch hat *Guinand*, *Fraunhofer* vortreffliches Flintglas gefertigt, so wie neuerdings *Thibeautaud* und *Bontems*, *Körner* u. a. *Faraday* suchte die vielen Schwierigkeiten, welche durch die ungleiche Vertheilung des Bleioxyds in der ganzen Masse des Glashafens entstehen, dadurch zu beseitigen, dafs er aus Boraxsäure, Kieselerde und Bleioxyd in Platingeräthen Glas fertigte.

Literatur: *Kastner's* deutsch. Gewerbsfreund Bd. 4. S. 154. — *Guinand* in den V. d. G. 1826. S. 197. — *Körner* über Flintglas in K. A. Bd. 7. S. 233. Bd. 11. S. 318. — B. K. u. Gbl. 1827. S. 748. — A. d. l'i. fr. T. 2. p. 251. — *Utzschneider* in D. p. J. Bd. 31. S. 160. — *Jarves* Verfahr. Glas in Formen zu pressen, Journ. of the Franklin Institut. Vol. 3. p. 208. — *Faraday* Verfahren Glas zu optisch. Zwecken zu fertigen, in P. A. Bd. 18. S. 515. — *Dupieu* Glasglocken matt zu schleifen Br. d'i. T. 8. p. 39. — *Kalb* B. K. u. Gbl. 1830. S. 337. — *Chagot* in D. p. J. Bd. 48. S. 274. — *Jeanson* Br. d'i. T. 23. p. 160.

Die Verfertigung von Glasröhren und Stangen geschieht auf den Glashütten also: der Glasmacher nimmt mit der Pfeife etwas Glas aus dem Hafen, treibt es, wenn es eine Röhre werden soll, auf, gestaltet es cylindrisch auf dem Marbel, läfst am freien Ende durch einen Gehülfen ein Hefteisen anheften, worauf beide in entgegengesetzter Richtung unter einem bedeckten langen Raum (von 150 Fufs Länge) schnell rückwärts auseinander gehen, wodurch das Glasrohr auf die nöthige Dimension ausgezogen wird. Das lange Rohr wird sodann auf hölzerne Walzen, die auf dem ebnen Flur liegen, zum Auskühlen gelegt, und nachher in lange Stücke zerschnitten. Beim Ziehen der Röhren behalten diese die Form des Querschnitts bei, welche der anfänglich dicken

und kurzen Glaswalze gegeben worden ist; daher kann man Röhren verfertigen mit elliptischen Querschnitt im Lichten, wie dies z. B. zur Darstellung von Thermometerröhren ganz gewöhnlich ist, obschon das Rohr von Auſsen cylindrisch gestaltet. Man bedient sich dazu eines aus Feinsilber gefertigten elliptischen Rings, mittelst welchem die Form des dicken Rohrs regulirt wird. — *Dourches* u. *Ferrand* in den A. d. l'i. n. Tom. 7. p. 40. — Glasstäbe werden ganz auf dieselbe Weise gefertigt, ohne daſs vorher das Glas aufgetrieben wurde. — Uhrgläser werden aus dünn geblasnen Kugeln, welche der Glasmacher eigens dazu anfertigt, ausgesprengt und ajustirt. — Glasperlen werden theils aus Glasröhren, theils aus Glasstangen gefertigt, letztere werden im Feuer weich gemacht und dann mittelst Formen gequetscht, gebohrt und aufgereiht (Böhmische Glasperlen); zur Darstellung der erstern dagegen gehört eine Einrichtung zum Glasblasen. Man bläst aus Glasröhren, in Frankreich *girasols* (Opal) genannt, kleine Kugeln, füllt sie mit der *essence d'Orient* (siehe hievon im zweiten Band) und klarer Leimauflösung, wodurch sie das den ächten Perlen ähnliche Ansehn bekommen. Hierauf werden sie theils mit weiſsem Wachs gefüllt, theils nicht. — Siehe den Artikel „*Perles artificielles*" im D. t. Tom 16. p. 63. D. p. J. Bd. 51. S. 217. — Br. d'i. Tom. 16. p. 317. T. 17. p. 321. Ueber die Fabrikation von Strickperlen zu Venedig und Murano: *Bronn* naturhistor. ökonom. Reisen Th. I. S. 596.

Die Verfertigung gegoſsner Spiegelplatten erfordert eigne Einrichtungen. Ist das Glas geläutert, so wird es mit kupfernen Kellen in eigne kleinere vierkantige Gieſshäfen, *cuvettes, cisterns*, die vorher gehörig angewärmt worden sind, umgefüllt, *tréjetage*, in welchen es noch eine Zeit lang im Ofen stehn bleibt, um alle Luftbläschen auszutreiben, *revenir le verre.* Darauf werden die Gieſshäfen mittelst Krahnen aus dem Ofen gehoben, auf einen Wagen gestellt, nach der Gieſstafel hingefahren, um dort entleert zu werden. Die Tafel, auf welcher das Glas ausgegossen wird, ist aus einem Stück von Kupfer oder Bronze, völlig eben und polirt, 12 Fuſs lang, 7½ Fuſs breit, 4 bis 6 Zoll dick. (In England bediente man sich guſseiserner Tafeln von beträchtlicher Dicke, man fand sie aber nicht vortheilhaft.) Die Tafeln ruhen auf einem sehr stark gearbeiteten hölzernen Gerüst, welches auf angebrachten Walzen fortgerollt werden kann; die Höhe des Gieſstisches beträgt etwa 2½ Fuſs. Um beim Guſs die Breite und Stärke der zu gieſsenden Glastafel zu bestimmen, dienen eiserne oder bronzne Lineale, *tringles, rulers, ribs*; die Höhe derselben bestimmt die Stärke, der Abstand von einander die Breite der Glastafel.

Soll nun der Guſs vor sich gehen, so muſs der Kühlofen, *carquaise*, vorher angefeuert, die Tafel angewärmt sein; man bringt den Gieſshafen heran, schäumt das Glas ab, hebt ihn über die Tafel mittelst eines Krahns in die Höhe und gieſst aus. Sogleich wird mit einer bronznen, oder guſseisernen Walze, deren Länge

24*

gleich der Breite der Tafel, das Glas ausgebreitet, und gleichmäſsig ausgewalzt, so daſs es die bestimmte Stärke erhält, welche die Höhe der eisernen Lineale festsetzt. Ist diese Arbeit vollbracht, so wird die Glasplatte in den Kühlofen geschafft. Während dies geschieht, wird schon wieder eine zweite gegossen. Sobald der Kühlofen gefüllt ist (man hat solche zu 1, 2, 4, ja 6 Platten), wird er völlig verschlossen, um ihn sehr allmälig abkühlen zu lassen, was eine sehr wichtige Sache ist, denn sonst zerspringen die Platten von der geringsten Erschütterung, Temperaturwechsel. Das Gewölbe der Kühlöfen für gegoſsne Platten ist sehr flach, hat mehrere Luftlöcher, welche mittelst Blechplatten verschlossen werden können, auf welche man Thon oder Lehm streicht. Die Glasplatten werden nicht auf die hohe Kante gestellt, sondern platt auf die Sohle des Ofens gelegt, welche zu dem Ende höchst eben gefertigt worden und mit Sand bestreut sein muſs. Nach dem Abkühlen werden die Platten mittelst Diamanten an den beiden Enden glatt geschnitten.

Das Schleifen der Platten wird nun also verrichtet. Man kittet die Glasplatten in Gyps auf eine hölzerne oder steinerne Platte (Schleifbank), eben so andere auf eine kleinere Steinplatte, welche am Boden eines viereckigen hölzernen Kastens sich befindet (Reibkasten, Oberkasten), legt letztere so auf erstere, daſs die Flächen der Glasplatten sich berühren; man streut etwas geschlemmten Sand zwischen beide Flächen, tröpfelt Wasser auf, und läſst nun die obere sich schleifend über der untern in allen Richtungen durch Menschenhände oder Maschinen hin und her bewegen. Nach und nach nimmt man immer feinern Sand, bis die Flächen eben geworden; darauf werden die Platten gewendet und ebenso abgeschliffen. Das Gewicht des abgeschliffnen Glases ist nicht unbeträchtlich, das Glaspulver, mit jenem Sand gemengt, wird zur Flaschenbereitung angewendet, weil der Sand unrein, eisenhaltend; man hat daher statt des Sands Feuersteinpulver angewendet, weil dann das abgeschliffne zu feinerm Glas wieder angewendet werden kann. Das Abschleifen geschieht langsam, man rechnet täglich 4½ Quadratfuſs Fläche. Sind die Platten mit Sand gehörig geschliffen, das Rauhschleifen und Klarschleifen, *dégrossi et douci*, *grinding and ruffing*, so wird Schmirgel zu demselben Zweck angewendet, Feindouciren, *savonnage, smoothing*; zu dem Ende legt man die unterste Platte auf eine mit Flanell bedeckte Tafel. Zuletzt erfolgt das Poliren, *poliment, polishing* mit Colcothar, welches theils wie das Schleifen mittelst einer Maschine verrichtet wird, theils auch mit der Hand, indem das Polirkissen mittelst eines an der Decke befestigten Spreitzholzes stark auf die Platte angedrückt wird. Auch dient hiezu eine eigne Vorrichtung von Holz mit Filz

überzogen, welche mittelst Metallplatten gegen die Glasplatte angedrückt und darauf hin und her bewegt wird.

Nachdem jene Operationen beendet, die Platten fehlerfrei befunden worden, werden sie belegt, *mise au tain*, *étamage*, *foliating*, *silvering*, das heiſst mit einem Amalgam von Zinn und Quecksilber auf einer Fläche bedeckt, damit die Lichtstrahlen, welche zwar schon von der vordern glatten Fläche des Glases zum Theil zurückgeworfen werden, möglichst vollständig zurückgestrahlt werden. Man breitet zu dem Ende auf Tischen mit Steinplatten, Belegsteine, *slabs*, welche vollkommen horizontal gelagert und eben sind, Spiegelfolie, *feuille d'étain*, *tinfoil*, Stannioltafeln, dünn ausgewalztes Zinn, von solcher Gröſse aus, daſs dieselben über die Ränder der Glasplatte vorstehen. Nachdem die Stanniolblätter ganz eben gestrichen sind, gieſst man reines Quecksilber auf dieselben und breitet es aus, so daſs alle Stellen davon bedeckt sind. Darauf wird die vollkommen gereinigte Spiegelplatte so auf das Amalgam gelegt, daſs die vorangehende Kante der breiten Seite der Platte stets unter der Oberfläche des Quecksilbers, aber ohne die Folie unmittelbar zu berühren, vorgeschoben wird, um alles Oxyd, Staub, Luft zu entfernen. Ist die Platte gehörig aufgelegt, so wird ein Gewicht aufgesetzt, die Tafel etwas geneigt, damit das überflüssige Quecksilber ablaufen kann; darauf wird die Platte mit Flanell bedeckt, und mit Gewichten an allen Punkten gehörig beschwert und bleibt so 24 Stunden liegen, während dem die Tischplatte immer mehr geneigt wird (8 bis 10°). Nachher bringt man die Platten auf hölzerne Ablaufgerüste, die belegte Seite nach oben gekehrt und so gelegt, daſs sie an einer Ecke am tiefsten liegen, um sie nach und nach fast vertikal zu stellen, damit auch die letzte Spur von freien Quecksilber ablaufen kann. Hiezu sind 2½ bis 4 Wochen erforderlich.

Im 14ten Jahrhundert verfertigte man kleine runde Spiegel mit Blei übergossen, indem man eine Glaskugel blies und diese mit jenem Metall überzog. Im 16ten Jahrhundert wurden auf der Insel Murano bei Venedig bereits Spiegel mit Amalgam belegt. Unter *Ludwig* XIV. wurde die erste Spiegelfabrik von geblasnem Glas zu Tourlaville bei Cherbourg 1665 errichtet; 1688 wurde eine Spiegelgieſserei von *Thevart* zu Paris angelegt, sehr bald aber nach St. Gobin bei la Fère, im Departement de l'Aisne, verlegt. Es existiren jetzt in Frankreich auſser der Manufaktur zu St. Gobin noch 2 andere, zu St. Quirin, und Mont-Luçon. In England wurde 1771 eine Spiegelgieſserei zu Ravenhead in Lancashire eingerichtet; im preuſs. Staat zu Neustadt a. d. D. — D. t. Artikel „Glace" T. 10. p. 182. — P. ch. E. Vol. 11. p. 220. — *Lefebure* Spiegel zu belegen, D. p. J. Bd. 3. S. 248. desgl. Bd. 13. S. 407. — Spiegelglas mit Kochsalz und Glaubersalz, S. n. J. Bd. 6. S. 317. — *Lancelotti* in D. p. J. Bd. 15. S. 211. Bd. 25. S. 542. — *Gaultier de Claubry* unreines Zinn zum Belegen, D. p. J. Bd. 19.

S. 176. — Guſseiserne Platte zum Gieſsen, das. Bd. 19. S. 178. — *Lefebure* Konservat. d. Folie durch einen Firniſs, J. d. p. I. Bd. 12. S. 275. — D. p. J. Bd. 30. S. 170. — B. K. u. Gbl. 1832. S. 85. — *Jumelin* Br. d'i. T. 21. p. 245.

Eigenschaften und Fehler des Glases.

Das Glas muſs eine völlig gleichartige Masse sein, ohne alle sichtbare Einmengung fremder Stoffe, vollkommen geflossen; nicht geschmolzne erdige oder salzige Theile machen das Glas sandig, höckrig, eingeschloſsne Luft blasig, (Knoten, *noeuds, knots*, Blasen, *bulles, bouillons, bubbles*), ein Beweis, daſs das Glas nicht gehörig geläutert worden ist; es darf keine Schlieren *larmes*, *tears* haben, von Thonerde haltigem Glas, welches von dem Ofengewölbe, durch die Verflüchtigung der alkalischen Flüsse erzeugt, herabgetropft ist. Es muſs weder rauchig, neblig, noch wolkig sein, eine Folge der Einmengung fein zertheilter, geschmolzner oder ungeschmolzner fremder Materien, als phosphors. Kalk, Zinnoxyd u. a. m., es darf keine Wellen, Streifen zeigen, noch gewunden erscheinen, (Streifen, *stries, striae*). Durch diese Fehler erscheinen die durch das Glas gesehenen Gegenstände verzerrt; sie kommen besonders beim Bleiglas häufig vor. Das Glas muſs farblos und möglichst durchsichtig sein; ist ein Glas in dünnen Schichten scheinbar noch so farblos und durchsichtig, so wird es doch bei dickern Platten gefärbt und weniger durchsichtig erscheinen. Die gröſste Farbenlosigkeit kann man durch die sorgfältigste Reinigung der Materialien, durch die möglichst geringe Menge alkalischer Fluſsmittel, vollkommenste Schmelzung bei hohen Temperaturen erreichen. Ein Zusatz von Entfärbungsmitteln kann den Mangel jener nie ganz ersetzen. Mit Pottasche übersetztes Glas hat einen Stich ins Grünliche, mit Soda, Natron ins Bläuliche, sehr bleihaltiges Glas hat einen düstern Farbeton. Erscheint das Glas farbig, so ist es meist durch Eisenoxyd oder Kohle gefärbt, ersteres bedingt dann die verschiednen Schattirungen von Grün, letztere färbt gelb, gelbbraun, selbst 0,0002 Kohle können gelbbraun färben. Daher kann bei sehr rauchigem Feuer in offnen Häfen kein weiſses Glas geschmolzen werden; Mittel die Färbung durch die Kohle zu zerstören sind alle Materialien, die Sauerstoffgas in der Hitze entbinden.

Das specif. Gewicht des Glases ist nach dem verschiednen Verhältniſs seiner Bestandtheile, der Schmelztemperatur und Schmelzzeit sehr verschieden, es wechselt zwischen 2,30 und 3,60; das Glas ist um so leichter, je mehr es Kieselerde enthält, durch Kalkzusatz, namentlich aber durch Bleioxyd, nimmt das specif. Gewicht des Glases bedeutend zu. Durch einen Zusatz von letzterm erhält das Glas ein gröſseres Farbenzerstreuungsvermögen, weshalb man es zu optischen Zwecken verwendet, zu achromatischen Objektivgläsern, zu brillantirten Luxuswaaren, Kronenleuchtern, etc. Gu-

tes Glas muſs Abwechslungen der Temperatur innerhalb der gewöhnlichen Extreme der Lufttemperatur ertragen, ohne zu zerbrechen. Diese Eigenschaft hängt von dem Verhältniſs seiner Bestandtheile, von der reinen Schmelzung, von der guten Kühlung ab. Werden nämlich die Glaswaaren nicht sehr langsam abgekühlt, so zerspringen sie bei schnellem Wechsel der Temperatur, bei Erschütterung; sie erfordern ein desto langsameres Abkühlen, je dikker sie sind. Schlecht gekühlte Gläser zerbrechen sehr leicht, wie die holländischen Glastropfen (Glasthränen), *larmes bataviques, glaſs tears, Prince Rupert's drops,* und die Springkolben, Bologneser Fläschchen, *fioles philosophiques, Bologna fials,* beweisen; erstere sind plötzlich in kaltem Wasser abgekühlt und zerbersten, wenn man den Stiel abbricht, in ein grobes Pulver, letztere sind an der Luft erkaltet, haben einen dicken Boden, und zerspringen in Stücke, wenn man ein scharfkantiges Stückchen Feuerstein hinein fallen läſst. Durch die plötzliche Abkühlung des Glases haben nämlich die kleinsten Theilchen desselben eine widernatürliche, gleichsam aufgenöthigte Lage gegeneinander angenommen, befinden sich in einem Zustand der Spannung, woher es denn kommt, daſs bei irgend einem äuſsern, die Masse erschütternden Einfluſs, die Theilchen sich von einander trennen. Hieraus leuchtet der Nutzen einer guten Kühlung aller Glasgeräthe ein. Man hat gefunden, daſs, wenn Glasgeräthe nicht gut abgekühlt waren, eine nachträgliche Behandlung in folgender Art nützt. Man thut dieselben in einen Topf mit Wasser, Salzwasser, oder Oel, und läſst dann die Flüssigkeit eine kurze Zeit lang kochen, und langsam erkalten, wodurch die frühere Sprödigkeit bedeutend vermindert wird.

S. n. J. Bd. 1. S. 168. — D. p. J. Bd. 20. S. 108. — J. d. p. I. Bd. 2. S. 419.

Ein Glas ist desto glänzender, je härter es ist, dann nimmt es auch eine schöne und haltbare Politur an; die Härte steht mit der Menge des angewendeten Fluſsmittels im umgekehrten Verhältniſs. Natronglas ist härter als Kaliglas, daher zu Scheiben für Elektrisirmaschinen besonders anwendbar. Hinsichtlich der Schmelzbarkeit steht das Natronglas dem Kaliglas voran, es kommt bei gleicher Temperatur in dünnern Fluſs als letzteres, und läutert sich schneller und reiner. Im glühenden Zustand muſs das Glas wie ein zäher Teig weich und plastisch sein, sich zu den feinsten Fäden ausziehen, zu den dünnsten Kugeln auftreiben und in die mannichfaltigsten Formen bringen lassen. Gutes Glas muſs sich in der Hitze lange behandeln lassen, ohne matt zu werden, aber auch das beste Glas wird bei anhaltender Glühhitze durch Entglasung undurchsichtig, (siehe unten beim *Réaumur*schen Porzellän). Das Glas ist in dünnen Fäden ausnehmend elastisch, klingend, besonders klingt das bleihaltige Glas sehr schön (Klingglas). Der Bruch

des Glases ist muschlig, die Bruchstücke sind scharfkantig. Je härter ein Glas ist, je mehr es Kieselerde im Gegensatz von Alkali enthält, desto weniger leicht wird es von Aetzlaugen und Säuren in der Siedhitze angegriffen. In dieser Beziehung hat das Natronglas gleichfalls den Vorzug vor dem Kaliglas; Kreideglas wird stark angegriffen, ja durchbohrt, wie z. B. die zur Concentration der Schwefelsäure mehrmals gebrauchten Retorten. Fluſssäure löst auch ohne Hülfe der Wärme Glas auf, selbst siedendes Wasser, (vergl. vorn Seite 101.). 100 Gran Flintglas, öfters mit Wasser abgekocht, hatten nach *Griffiths* 7 Gran verloren. Man probirt deshalb die Güte der Gläser zum chemischen Gebrauch dadurch, daſs man conc. Schwefelsäure, oder Königswasser in ihnen kocht.

Auch an der Luft erleidet manches Glas, besonders Kaliglas, eine Veränderung, es wird nämlich allmälig blind, indem durch die Einwirkung der Feuchtigkeit das Alkali oberflächlich sich löst, wodurch die Oberfläche den Glanz verliert, sehr feine Schuppen absetzt, die sich allmälig ablösen. Solches Glas spielt die Regenbogenfarben sehr schön, besonders grün und blau, aus demselben Grund als Fischschuppen, Perlmutter, Irisknöpfe etc., (*Göthe's* epoptische Farben, durch Beugung hervorgerufen). Eine ähnliche Veränderung erleidet das Glas auch in der Erde, unter Wasser, namentlich durch Schwefelwasserstoff, es wird opalisirend, perlmutterartig. Glas, welches durch Braunstein entfärbt worden, wird vom Licht nach und nach rosenroth, violett, nicht aber da wo es bedeckt, vor dem Licht völlig geschützt ist, (vergleiche oben Seite 358 beim Braunstein).

Analysen einiger Glassorten.

Bestandtheile.	Weiſsglas. No. 1	No. 2.	Grünglas. No. 3.	No. 4.	Flaschengl. No. 5.	No. 6.	Kryst.gl. No. 7.	No. 8.	Flintglas. No. 9.
Kieselerde	71,7	69,2	62,8	69,2	60,4	53,55	59,2	51,93	42,5
Kali	12,7	15,8	22,1	8,0	3,2	5,48	9,0	13,77	11,7
Natron	2,5	3,0	—	3,0	s. Kali	—	—	—	—
Kalk	10,3	7,6	12,5	13,0	20,7	29,22	—	—	0,5
Thonerde	0,4	1,2	}	3,6	10,4	6,01	—	—	1,8
Magnesia	—	2,0	} 2,6	0,6	0,6	—	—	—	—
Eisenoxyd	0,3	0,5	}	1,6	3,8	5,74	0,4	—	—
Manganoxyd	0,2	—	}	—	—	—	1,0	—	—
Bleioxyd	—	—	—	—	—	—	28,2	33,28	43,5
Baryt	—	—	—	—	0,9	—	—	—	—
	98,1	99,3	100,0	99,0	100,0	100,0	97,8	98,98	100,0

No. 1. Weiſses Hohlglas von Neuwelt in Böhmen, vorzüglich schön; (Sauerstoffverhältniſs der Kieselerde zu den Basen = 6:1). — No. 2. Glasröhren, weit leichtflüssiger als das gewöhnliche Weiſsglas; (ungefähr 5 : 1). — No. 3. Crownglas aus Böhmen, (fast 4:1). — No. 4. Grünes Glas zu Medicingläsern, Retorten (5:1). — No. 5. Flaschenglas von St. Etienne, zu dessen Darstellung Schwerspath angewendet worden (5:2.) — No. 6. Von Sèvres (nahe 2:1). — No. 7. Von London, zu chemischen und phy-

sikalischen Instrumenten verwendet, (8:1). — No. 8. Englisches Flintglas. No. 9. *Guinand's* Flintglas (4:1).

Dumas in E. J. Bd. 9. S. 35. — *Berthier* das. Bd. 10. S. 304. — E. J. Bd. 5. S. 89. — *Döbereiner's* Baryt- u. Strontianglas, K. A. Bd. 16. S. 123. (aus kohlens. Kali, Natron, Baryt, oder Strontian, und Kieselerde dargestellt).

Die zur Darstellung von farbigem Glas und Glasmalerei angewendeten Farbstoffe gehören dem Mineralreich an, sie müssen den Hitzgrad, der zum Schmelzen des Glassatzes, oder zum Einbrennen der Schmelzgläser erforderlich ist, ohne eine Entmischung zu erleiden, aushalten, sich mit der Glasmasse gehörig verbinden, an Luft und Licht unveränderlich sein. Die Auswahl und praktische Anwendung der verschiednen Farbstoffe für das Glas erfordert vielseitige Erfahrung; hier nur eine kurze Notiz.

Rothe Farben liefern: 1) der *Cassius'*sche Goldpurpur (aus Gold und Zinnoxyd bestehend), und zwar ein Purpurroth ins Carmoisin und Rosa, *pourpre rosé*, von ausnehmender Kraft und Reichthum; 2) silberhaltender Goldniederschlag, (aus Gold und Silberoxyd bestehend), liefert schönes Karminroth zu den Fleischtinten; 3) Eisenoxyd, (Colcothar, oder aus salzs., salpeters. Eisenoxyd, durchs Verbrennen von Eisen, durchs Glühen von Ocker etc. dargestellt), theils wenig, theils mit mehr Thonerde versetzt, Fleischroth; 4) Kupferoxydul ist nur für Ueberfangglas geeignet, da es eine überaus groſse färbende Kraft besitzt; (siehe weiter unten).

Berühmt sind die von *Kunckel* im 17ten Jahrhundert gefertigten Rubingläser mittelst Gold gefärbt, die er in seiner Glashütte auf der Pfaueninsel bei Potsdam, dann in Zechlin bereitete. Jetzt werden schöne Gläser der Art auf den böhmischen auch schlesischen Glashütten am Iserkamm zu sehr wohlfeilen Preisen geliefert. Die Färbung des Glases geschieht nicht mit hinzugesetztem Goldpurpur, sondern dadurch, daſs dem Glassatz Goldauflösung und Zinnoxyd in einem schicklichen Verhältniſs zugefügt werden. — Porporino, ein rothbrauner Glasfluſs. — *Cooper* über das alte Rubinglas, D. p. J. Bd. 14. S. 122.

Blaue Farbe liefert Kobaltoxyd, geröstetes Kobalterz, (*Chaux metallique*) und Smalte. Je mehr es Nickeloxyd enthält, desto mehr sticht das Blaue ins Braunrothe, denn Nickeloxyd färbt Glasflüsse hyacinthroth. Auch durch Eisenoxydul scheint eine Blaufärbung möglich zu sein, so wie durch Kupferoxyd. — *Davy* in *Kastner's* deutsch. Gewerbsfreund Bd. 4. S. 368. — J. d. p. I. Bd. 2. S. 417. — *Engelhart* D. p. J. Bd. 30. S. 411.

Gelb wird durch antimonigs. Kali erhalten, *Antimonium diaphoreticum*); ein Zusatz von Eisenoxyd nüancirt ins Orange; man wendet ersteres auch mit Mennige zugleich an, dann bildet sich das Neapelgelb, *Jaune de Naples*, antimonigs. Bleioxyd. Chlorsilber (Hornsilber) und boraxs. Silberoxyd geben auch eine gelbe Farbe.

Grün wird theils durch Kupferoxyd, welches letztere eine ausgezeichnete färbende Eigenschaft besitzt, theils aus Chromoxyd erzeugt, oder aus antimoniger Säure, Mennige und Kobaltoxyd gemischt. (Eisenoxydul färbt das Bouteillenglas grün.)

Violett durch Manganoxyd, aus Braunstein und einem Zusatz von Salpeter (mit etwas Goldpurpur besonders schön); ein mit Manganoxyd gefärbtes Glas hat die Eigenschaft, im rauchigen Theil, der Flamme, welcher desoxydirend wirkt, farblos, und in dem äufsern, oxydirend wirkenden, Saum der Flamme, oder in der Spitze derselben, wieder gefärbt zu werden, indem es dann aus der Bindung mit der Kieselerde herauszutreten scheint.

Schwarz durch viel Eisenoxydul, besonders mit einem Zusatz von Kupferoxyd und Braunstein, Kobaltoxyd; gleiche Theile geglühter Braunstein, Kupfer- und Kobaltoxyd. — Braun, mittelst Eisenoxyd mit erdigen Stoffen vermengt, kalcinirtem Ocker, *Terre de Sienne.*

Weifs liefert Zinnoxyd, welches als höchst strengflüssig sich zwischen die Theilchen des Glasflusses legt, dadurch das Glas durchscheinend, trüb macht; es wird besonders zum Email und zur Glasur von Fayence, Ofenkacheln gebraucht. Arseniks. Bleioxyd.

Durch die grofsen Fortschritte in der Chemie neuerer Zeit sind die Farben in so reicher Fülle geschaffen worden, so rein und schön, dafs die Glasmalerei neuerer Zeit gegen die der Alten vieles voraus hat.

Um nun die genannten Farben auf Glas einbrennen zu können, ohne dafs dadurch die Glastafel selbst sich verzieht, oder gar schmilzt, müssen den genannten Materien Flufsmittel, *fondans, fluxes,* leichtflüssige Gläser zugesetzt werden, die aber nach der Natur jener verschiedenartig sind. Man bedient sich des basisch kiesels. Bleioxyds mit oder ohne Borax, man schmelzt Mennige, mit feinstem Sand, kalcinirtem Feuerstein, Milchquarz in verschiedenen Verhältnissen zusammen. Man nimmt z. B. 3 Quarz und 9 Mennige, setzt auch wohl $1\frac{1}{2}$ kalc. Borax zu; 5 kalc. Borax, 3 Quarz und 1 Mennige. Die Menge des Flusses, welche jede Farbe erfordert, um gehörig zu fliefsen und einen glasglänzenden Ueberzug zu bilden, ist sehr verschieden, meist 3 bis 4 Theile; dadurch wird auch die Tiefe der Farben bestimmt. Nicht jede Farbe kann mit demselben Flufs aufgetragen werden, so verlangt z. B. Goldpurpur, Kobaltblau einen alkalischen Flufs, denn Bleioxyd wirkt nachtheilig ein, dagegen die andern dunkeln Farben mit Bleiflufs und gemischtem Fl. sehr gut werden. Einige Farben müssen mit dem passenden Flufs erst verglasen, ehe sie aufgetragen werden können, indem die geringere Hitze des Einbrennens unter der Muffel nicht hinreichend ist, ihre eigenthümliche Farbe gehörig zu entwickeln; dahin gehört das Kupferoxyd, die gelben, blauen, violetten Farbstoffe. Beim Goldpurpur, Eisenoxyd ist dabei viel Vorsicht nöthig, um die leicht zerstörbaren Farbentöne nicht durch zu grofse Schmelzhitze zu zerstören. Die erhaltnen gefärbten Schmelzgläser werden gepulvert, fein mit Wasser gerieben und trocken aufbewahrt.

Nicht jedes Glas ist zum Bemalen tauglich, jeder Ueberschufs an Alkali schadet; daher ein möglichst hartes, viel Kieselerde enthaltendes trocknes, keine Feuchtigkeit anziehendes, leichtes Tafelglas den Vorzug verdient, böhmisches Glas. Man reibt die farbigen Schmelzgläser mit Terpenthinöl auf Glasplatten ab, und trägt sie mit dem Pinsel auf, zur Palette dient eine Porzellanplatte. Das Technische des Malens selbst mufs hier übergangen werden. Ist die Tafel bemalt, so folgt das Ein-

brennen, *cuisson*, *burning-in*, unter der Muffel, eine sehr schwierige und groſse Umsicht und Erfahrung erfordernde Operation. Zu diesem Endzweck bedient man sich aus feuerfestem Thon gefertigter groſser Muffeln, welche mit einer Thonplatte verschlossen, auf Trageeisen gelagert, von dem Flammfeuer eines Heerds von allen Seiten umspielt werden können, *fourneau de vitrification*; zum Abkühlen aber eigner Kühlöfen, *fourneau de recuisson*, die aus dünnern Platten gefertigt, durch Kohlfeuer erwärmt werden. Die einzelnen Platten werden eine über die andere auf Thonplatten gelagert, die durch thönerne Träger unterstützt werden. Um den Hitzgrad beurtheilen zu können, dienen bemalte Probegläser, die man in den Einbrennofen mit einsetzt, und mittelst eines Spatels, *palette*, herausnehmen kann. Sind die Farben gut geflossen und verglast, so werden die Platten in den Kühlofen gebracht, in welchem sie allmälig abkühlen, denn sonst ist ihre Dauer sehr vergänglich.

Man kann 3 Arten von Glasmalereien unterscheiden, nämlich die Malerei in gefärbten Gläsern, *Glaſs-staining*, die Malerei auf farbloses Tafelglas, *Glaſs-painting* und die Malerei auf Spiegelglas; nicht selten hat man aber auch die beiden ersten Methoden zugleich angewendet, was eine vierte Art der Glasmalerei ausmacht.

Die erst genannte Art der Glasmalerei ist unstreitig die älteste; man fertigt farbige Glastafeln, blaue, violette, gelbe, grüne, rothe, und setzt dieselben dann, in passende Stücke geschnitten, mit Fensterblei zusammen. Die Anfertigung von purpurrothem Glas war bis auf die neuesten Zeiten so in Vergessenheit gerathen, daſs man glaubte, die Kunst sei ganz verloren gegangen. Man fertigt es nicht mit Goldpurpur, denn dieser giebt kein scharlach- und feurig weinroth, auch nicht mittelst Eisenoxyd, sondern mittelst Kupferoxydul*). Da aber dieses einen ungemein tiefen Farbenton hervorbringt, wodurch das Glas an Durchsichtigkeit verlieren würde, so wird rothgefärbtes Glas auf farbloses, weiſses Glas blos als ein höchst dünner Ueberzug aufgeblasen, welches gleichsam plattirte Glas **Ueberfangglas** genannt wird. Die technische Ausführung ist folgende. Man setzt 2 Tiegel in den Ofen, in dem einen bleihaltiges Klingglas, in dem andern das Kupferoxydul enthaltende rothe, letzteres ist aus derselben Glasfritte mit einem Zusatz von Kupferoxydul und Zinnoxydul dargestellt; das Zinnoxydul soll dazu dienen, das Kupferoxydul vor einer Oxydation zu schützen, weil es sonst das Glas grün färben würde. Etwas Eisenoxydul mit hinzugethan, macht scharlach- oder feuerroth. Sollte das Glas grün geworden sein, so stellt etwas Weinstein, durch eine Reduktion des Kupferoxyds zu Oxydul, die Farbe wieder her. Bei der Anfertigung taucht der Glasbläser seine Pfeife zuerst in das rothe Glas und nimmt ein wenig auf, sodann in den Hafen mit weiſsem Glas, und nimmt von diesem weit mehr auf, treibt dann das plattirte Glas, wie zu Tafelglas üblich ist, auf. Von dieser Art ist alles rothe Fensterglas in den bunten Kirchenfenstern früher Jahrhunderte; solches Glas wird jetzt in Frankreich zu Choisy-le-Roi, ferner bei Be-

*) Die Alten haben solches Glas gefertigt, wie Ueberbleibsel aus der Villa des Kaisers *Tiberius* auf der Insel Capri beweisen, in denen *Klaproth* 7½ Kupferoxydul, 1 Eisenoxyd, 14 Bleioxyd, 71 Kieselerde, 2½ Thonerde, 1½ Kalk fand.

sançon, und nach *Engelhardt's* Angaben in Schlesien zu Hoffnungsthal von *Matterne* gefertigt. — *Engelhardt* in den V. d. G. 1828. S. 15. — *Darcet* im B. d. l. s. d'E. 1826. p. 259.

Die farbigen Glastafeln werden, wie gesagt, zerschnitten, die Schatten und Halbschatten mit Schmelzfarben auf die eine oder andere Fläche der Glastafel aufgetragen, eingebrannt, und dann nach Maſsgabe der Umrisse in Blei gefaſst und zusammengesetzt. Sollen kleine Glasgemälde, die in der Nähe gesehen werden, gefertigt werden, so bedient man sich hiezu nur des Ueberfangglases, nicht des durch und durch farbigen, schleift an den Stellen, wo es nöthig ist, die gefärbte Glaslage ab, und malt dann auf das weiſse entblöste Glas die Schmelzfarben auf, deren man bedarf. So erhält man Verzierungen in ganz andern Farben, als der Grund besitzt; statt des Abschleifens bedient man sich auch des Aetzens oder Auflösens mittelst Fluſssäure. — Die aufgemalten eingebrannten Farben der alten Glasgemälde werden durch die Witterung allmälig angegriffen.

Das eigentliche Glasmalen, Auftragen von farbigen Schmelzgläsern auf farblose Glastafeln, war den ältern Künstlern wenig bekannt, ist erst in neuerer Zeit durch die Vervollkommnung der Chemie zu einem hohen Grad der Ausbildung gelangt. Was die Malerei auf Spiegelglas betrifft, von *Dihl* 1800 zuerst ausgeführt, so wird ein und dieselbe Zeichnung auf 2 Spiegelglastafeln aufgetragen, eingebrannt, und dann beide Tafeln, die Malerei nach Innen gewendet, an einander gelegt in Rahmen gefaſst.

D. t. Tom. 15. p. 453. T. 16. p. 493. — Edinburgh Encyclopaedia Vol. 10. p. 316. — *Brongniart* Denkschrift über die Glasmalerei, in den V. d. G. 1830. S. 121. — *Langlois essai historique sur la peinture sur verre, Rouen* 1832. — D. p. J. Bd. 12. S. 217. — J. d. p. I. Bd. 3. S. 401. — *Schelheimer* in D. p. J. Bd. 33. S. 305. — *Letort* Br. d'i. T. 17. p. 310.

Die Alten kannten und übten eine ganz besondere Art Glasmalerei aus, von der jetzt nur noch einige seltne Ueberbleibsel sich finden. Sie bedienten sich fein gezogner façonirter Stäbchen von mehrfarbigen Glas, welche in eine Glasmasse eingeschmolzen, mannichfaltige Figuren von bewunderungswürdiger Schärfe darstellen, als wären sie mit dem Pinsel gemalt. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die ersten Exemplare der Art aufgefunden. Der Grund dieser Glasmassen ist dunkelfarbig, in ihnen erblickt man den Gegenstand der Darstellung, feine Blümchen, in farbigem Glas, (Millefiori), nicht selten auf beiden Seiten völlig gleich, so daſs die Figuren durch die Glasmasse hindurchgehen.

Bisher betrachtete man die Kunst, solche Glasarbeiten zu fertigen, für untergegangen, allein vor Kurzem sind durch die Bemühungen des Herrn Dr. *Fuſs* auf der Glashütte Hoffnungsthal in Schlesien, auf Kosten des Ministerii für Handel und Gewerbe, sehr gelungene Arbeiten dieser Gattung gefertigt worden, und werden von Herrn *Matterne* ferner gefertigt.

Glasflüsse, Amausen, *pierres artificielles*, stellt man aus den oben angeführten Metallpräparaten und einem leichtflüssigen farblosen Glas dar. Man nennt eine solche Glasmasse, nach dem Namen ihres Erfinders, Straſs, *past*; sie wird aus Bergkrystall, oder feinsten, mit Salzsäure digerirten, weiſsen Sand, reinstem kohlens. Kali, reinstem Blei-

weiſs oder Mennige, arseniger Säure und Borax, oder Boraxsäure dargestellt. Die Glasflüsse werden dann nach Art der Edelsteine geschliffen und unterscheiden sich nur durch geringere Härte und spec. Gewicht, Zerstörbarkeit durch conc. Säuren, geringeres Wärmeleitungsvermögen.

Straſs nach *Douault-Wieland:* 3600 Bergkrystall, 8508 kohlens. Bleioxyd, 1260 kohlens. Kali, 360 kalcin. Borax. — 4056 Bergkrystall, 6300 Mennige, 2154 kohlens. Kali, 276 kalcin. Borax, 12 arsenige Säure. — Vorschriften zur Darstellung verschiedner künstlicher Edelsteine siehe in D. p. J. Bd. 3. S. 163. — *Schrader* in *Meiſsner*'s Chemie Bd. 3. S. 571.

Glaspasten, *pierres moulés, fictitious gems*, werden nach *Fontanieu, Douault-Wieland* also gefertigt: man drückt den geschnittnen Stein in eine Masse von fein geschlemmten rothen Tripel, welcher in einer kleinen Kapelle sich befindet und mit gepulvertem gelben Tripel bestäubt ist. Nach dem Abheben des Steins wird die Form vorsichtig gebrannt und dann der Glasfluſs heiſs darauf angedrückt, wodurch er die Gestalt der Form annimmt; darauf wird er abgeschliffen. Siehe die Edinburgh Encyclopaedia Vol. 10. p. 128. Artikel „Gems."

Schmelzglas, *email, enamel.* Man faſst unter dieser Benennung ganz verschiedne Glaskompositionen zusammen, deren man sich bedient verschiedne Körper zu überziehen, emailiren. Es sind bald durchsichtige, bald undurchsichtige, farbige Massen. Hier ist vorzugsweise von dem weiſsen, undurchsichtigen Email die Rede, welches Zinnoxyd enthält. Die Basis aller Emailen ist ein leichtflüssiges, vollkommen durchsichtiges Bleiglas, *couverte.* Will man weiſses Email darstellen, so schmelzt man 10 Theile Blei mit 1,5 bis 4 Theilen feinsten Zinn zusammen, kalcinirt die Legirung unter einer Muffel, fügt zu 20 Theilen des entstandnen Oxyds, *calcine*, 10 Theile feinsten Sand, oder Quarzpulver, 8 Theile kohlens. Kali hinzu und schmelzt das Gemisch zusammen. Das unschmelzbare Zinnoxyd legt sich zwischen die Glastheile und macht die Glasmasse undurchsichtig; weniger Zinnoxyd macht eine opalisirende Masse. Die gelben, rothen etc. Schmelzgläser werden, wie beim Artikel Glasmalerei gelehrt worden ist, zubereitet, nur brauchen sie nicht so leichtflüssig zu sein, als für das Glas nothwendig war, da das Email einen höhern Hitzgrad verträgt, als ersteres. Man trägt das Email auf Metallbleche auf, auf Kupfer-, Silber-, Goldblech, besonders auf ersteres, wie z. B. die Zifferblätter beweisen, und auf letzteres zu feinen Bijouteriewaaren, Ordensdekorationen, Verzierungen etc. Zu dem Ende wählt man entweder fein Gold, oder 20 bis 22 karätiges. Das Schmelzglas wird im Stahlmörser zerstoſsen, im Achatmörser fein gerieben, (jedes Email verlangt verschiedne erfahrungsmäſsige Feinheit des Korns), geschlemmt, und auf die Metallbleche, welche mit einem aufgebognen Rand versehen sind, mehr oder minder dicht aufgetragen, und zwar entweder blos auf einer

Fläche, oder auf beiden. Bei Gegenständen von ziemlicher Gröfse wird die untere Fläche stets auch emailirt, um das Gleichgewicht herzustellen, wenn sich das Email auf der obern Fläche beim Erkalten zusammenzieht, während das Metall noch weich ist. Die mit Email belegten Bleche werden nun in einem grofsen Muffelofen, *fourneau de vitrification*, wie die bemalten Glasscheiben, eingetragen und gehörig erhitzt. Nicht selten trägt man eine zweite Lage Email auf. Die Oberfläche wird dann mit feinem Sand und einer englischen Feile geschliffen, mit fein geschlemmten Tripel, *terre pourrie*, polirt. Auf weifses Email wird mit Schmelzfarben gemalt, deren Zusammensetzung gleich ist mit denen für die Glasmalerei, mit dem Unterschied, dafs die Flufsmittel weniger leicht schmelzbar zu sein brauchen.

D. t. T. 8. p. 1. Artikel „Email", T. 15. p. 470. „Peinture", T. 16. p. 508. — D. p. J. Bd. 28. S. 452. — *Wynn* über die Bereitung der Emailfarben in D. p. J. Bd. 12. S. 204. — *Charlton* das. Bd. 7. S. 350. Bd. 8. S. 506. — J. d. p. I. Bd. 15. S. 162. — *Robiquet* in D. p. J. Bd. 28. S. 452. — *Mortelegue* das. Bd. 41. S. 362. — Br. d'i. T. 16. p. 310. — Glasflaschen mit emailirter Aufschrift, J. d. p. I. Bd. 2. S. 386. — D. p. J. Bd. 48. S. 359. — Ueber die Verfertigung der emailirten Zifferblätter siehe das D. t. T. 4. p. 31. in D. p. J. Bd. 23. S. 415.

Milch- oder Beinglas wird durch Zusatz von 8 bis 10$\frac{0}{0}$ reiner Knochenasche, (phosphors. Kalk), 6 bis 8$\frac{0}{0}$ Mennige zum Glassatz für weifses Glas erhalten; es besitzt Durchscheinenheit, und zwar bei zurückgeworfnem Licht eine milchbläuliche, bei hindurchgehendem eine weingelbe Farbe; setzt man $\frac{1}{2}$ Theil Hornsilber, und 3 Theile Knochenasche zu, so wird die Farbe noch mehr opalartig. Man bedient sich des Milchglases zu Lampenschirmen, durchscheinenden Glocken für Lampen in Schlafzimmern, Blumenvasen, Flaschen etc.

Schlüfslich ist noch des sogenannten *Réaumur*'schen **Porzellāns** zu gedenken, eines im Zustand der Entglasung sich befindenden Glases. Wenn man nämlich grünes Glas, besonders Flaschenglas, welches viel Kalk- und andere Erden enthält, in einer Umgebung von Sand und Gyps mehrere Stunden lang glüht, und sehr langsam abkühlen läfst, so verliert das Glas das gewöhnliche Ansehen, wird undurchsichtig und nimmt einen körnigen, steinartigen Bruch an. Die Ursache dieser Erscheinung ist in der Verflüchtigung eines Theils, oder des ganzen Gehalts an Kali, und der Bildung von kiesels. Erden im Ueberschufs der Kieselsäure zu suchen, welche krystallisiren. Man bemerkt eine solche Aenderung auch am Heerdglas, welches bedeutend Thonerde haltend ist. Da wo es schnell gekühlt, hat es das glasige Ansehen, weiter hin aber, wo es langsam kühlte, finden sich kleine, weifse, undurchsichtige,

sternförmige Körperchen, welche endlich zusammenflieſsen, eine verworrene Masse bilden. (Ein schönes Exemplar besitzt die Sammlung des königl. Gewerbinstituts von der königl. Glashütte Friedrichsthal.) Der Grund dieser Erscheinung liegt in einer Trennung der Glasmasse in kieselsaure Salze von verschiedner Schmelzbarkeit, wie beim künstlichen damascirten Stahl nach *Bréant* verschiedne Kohlenstoffeisen, namentlich bei dem Geschützmetall 2 verschiedne Legirungen des Kupfers und Zinns, bei den Saigerstücken von Kupfer und Blei, sich von einander scheiden. *Dumas* analysirte ein solches Exemplar und fand in der durchsichtigen Masse 64,7 Kieselerde, 3,5 Thonerde, 12,0 Kalk, 19,8 Natron; in der krystallisirten aber 68,2 Ks., 4,9 Th., 12,0 K., 14,9 N. Es hat sich also Natron verflüchtigt, das krystallisirte mehr Thonerde aufgenommen, wodurch dasselbe schwerer schmelzbar geworden. *Réaumur*'sches Porzellän ist ein besserer Leiter für Wärme und Elektricität als gewöhnliches Glas, hart, strengflüssig, gegen Abwechslungen der Temperatur wenig empfindlich. Man hat bereits Reibschalen, Mörser, Flieſsen aus solcher Masse in Frankreich gefertigt, und sie dürfte für chemische Geräthschaften, Retorten, Kolben, Abdampfschalen, Röhren sehr brauchbar sein.

Glasinkrustationen, *Crystallo-ceramie*, bereits vor 50 Jahren von einem böhmischen Glasfabrikanten erfunden, in Böhmen, England und Frankreich ausgebildet, nennt man diejenigen Gläser, in welchen aus einer undurchsichtigen Glasfritte gefertigte Verzierungen, Medaillons, Büsten, Wappen etc. eingeschlossen sind. Die zu inkrustirenden Gegenstände werden aus einer Fritte von 100 Sand, 30 Soda, welche man mit 10 Th. kohlens. Kalk gehörig mengt, mit Wasser anknetet, gefertigt. Ist die Masse geformt, getrocknet und bei 18 bis 20° *Wedgwood* gebrannt, so wird die Figur auf das in Arbeit befindliche Glas gelegt, mit einem Löffel Glas darüber gegossen, bis alles gehörig bedeckt ist.

D. p. J. Bd. 3. S. 249. Bd. 7. S. 374. — *Pellatt* das. Bd. 14. S. 418. Bd. 43. S. 443. — *Altmütter* im J. d. p. I. Bd. 5. S. 49. — *St. Aimand* das. Bd. 11. S. 350.

Glaswaaren werden in berühmter Qualität verfertigt: in Böhmen, vortreffliches Krystallglas mit schöner Schleiferei, in England, in Frankreich, in Venedig. — In Preuſsen ist die einzige Spiegelmanufaktur, wo Spiegelguſs ausgeübt wird, zu Neustadt a. d. Dosse; die meisten geblasnen Spiegelgläser werden aus Niennover, im Königreich Hannover, eingeführt. — Schönes Krystall- und Klingglas liefert die Zechliner Hütte in der Mark, die schlesischen im Gebirge, zu Hoffnungsthal u. a., die Gernheimer Hütte bei Minden, die Louisenhütte bei Dobrilugk, die Glashütte zu Baruth u. a. m.

Ein- und Ausfuhr von Glas im preuſsischen Staat.

	Grünes Hohlglas.		Weiſses Glas.	Tafelglas.
	Einfuhr.	Ausfuhr.	Einfuhr.	Ausfuhr.
1828	2,299 Centn.	15,035 Centn.	6,678 Centn.	9,023 Centn.

	Grünes Hohlglas. Einfuhr.	Ausfuhr.	Weiſses Glas. Einfuhr.	Tafelglas. Ausfuhr.
1829	2,771 Centn.	16,338 C.	7,210 C.	9,332 C.
30	2,137 -	25,882 -	9,473 -	8,735 -
31	2,477 -	16,000 -	7,666 -	14,158 -

Gesammtliteratur über Glasfabrikation:

Kunckelii ars vitraria, Amsterdam 1679. — *Loysel* Essai sur l'art de verrerie, Paris 1800. Versuch einer ausführl. Anleit. zur Glasmacherkunst (von *Tabor* übersetzt). Frankf. a. M. 1802. 2r Theil 1818. — *Bastenaire-Daudenart* l'art de la vitrification, Paris 1825. — *Lardner's* Cabinet Cyclopaedia „Porcelain and Glasmanufacture," London 1832. — P. ch. E. Vol. II. p. 167.

S. J. Bd. 2. S. 80., 137. Bd. 25. S. 315., 322. Bd. 26. S. 292. — *Deuchar* Dehnbarkeit des Glases. D. p. J. Bd. 10. S. 55. — Glas zu löthen, K. deutsch. Gewerbsfreund Bd. 4. S. 152. — *Desvignes* Glas zu vergolden und zu bemalen, Br. d'i. T. 9. p. 193. — *Despretz* Zusammendrückbarkeit d. Gl. P. A. Bd. 9. S. 605. — *Buchanan* Glasfabr. in Indien, D. p. J. Bd. 28. S. 422. — *Fenn* das. Bd. 35. S. 297. — *Dyott* das. Bd. 33. S. 275. — *Marx* über die braunschweig. u. hannöversch. Glassorten S. J. d. Ch. Bd. 9. S. 143. — *Baudrimont* u. *Pelouze* in E. J. Bd. 17. S. 262. — Kunst Glas zu blasen: *Lafond* in D. p. J. Bd. 48. S. 121. — *Gay-Lussac* in P. A. Bd. 27. S. 684. — *Laird* in D. p. J. Bd. 50. S. 397.

Drittes Kapitel.

Vom Lithium.

Lithium, (L), wurde von *Davy* 1818 aus dem Lithion mittelst der *Volta*schen Säule dargestellt; es verhält sich dem Kalium und Natrium analog. Auf chemischem Weg durch Reduktion mittelst Eisen und Kohle scheint es nicht dargestellt werden zu können.

Es verbindet sich mit Sauerstoff nur in einem Verhältniſs zum Lithiumoxyd, Lithion, *Lithine*, *Lithia*, ($\dot{L}$). Dasselbe wurde von *Arfwedson* im Petalit, Spodumen, Turmalin 1817 entdeckt, später im Lepidolith, Amblygonit, im Carlsbader, Eger, Pyrmonter Mineralwasser und andern mehr, in letztern ist es als kohlens., in erstern als kiesels. Salz enthalten, mit kiesels. Thonerde verbunden, im Petalit zu 5,75 $\frac{0}{0}$, in Spodumen 8,85 $\frac{0}{0}$.

Man stellt es also dar: man mengt das geschlemmte Fossil mit 2 Theilen gebrannten Kalk, glüht, löst das Produkt in Salzsäure auf, setzt Schwefelsäure hinzu, um die Kalkerde zu neutralisiren, dampft zur Trockne ab. Diesen trocknen Rückstand behandelt man mit Wasser, welches schwefels. Lithion, schwefels. Thonerde und ein wenig Gyps auflöst. Um die Thonerde aus dieser Auflösung zu entfernen, wird dieselbe mit kohlens. Kalk digerirt, darauf der Ueberschuſs an aufgelöstem Kalk

Kalk durch sauerklees. Ammoniak niedergeschlagen; die filtrirte Flüssigkeit enthält nun blos schwefels. Lithion. Sie wird zur Trockniſs abgedampft, geglüht, in Wasser aufgelöst, mit essigs. Bleioxyd (oder Baryt) gefällt, wodurch essigs. Lithion gelöst bleibt, welches nach dem Abdampfen und Glühen kohlensauer zurückbleibt. Um nun endlich aus diesem das Lithion ätzend zu gewinnen, verfährt man, wie beim Kali und Natron, mit gebranntem Kalk.

Das Lithionhydrat ist eine weiſse, feste Masse, im Bruch krystallinisch, von sehr ätzendem Geschmack, reagirt alkalisch, wird an der Luft nicht feucht, schmilzt leicht, löst sich in Wasser langsam und nur wenig auf, greift Platin in der Hitze an, weshalb es, wie Kali, in Silbertiegeln geschmolzen werden muſs. Es besteht aus 56,1 Lithium und 43,9 Sauerst., zeichnet sich dadurch vor Kali und Natron aus, daſs es nicht feucht wird, sich schwer in Wasser auflöst, daſs das kohlen- und phosphors. Salz schwer löslich ist, daſs Alkohol, in welchem man Lithionsalze auflöst, mit purpurrother Flamme brennt.

Chlorlithium, *Chlorure de Lithium*, *Chloride of L.*, (LCl), krystallisirt in farblosen Würfeln, schmeckt wie Kochsalz, zerflieſst sehr schnell, löst sich in Wasser, auch in absolutem Alkohol auf, schmilzt leicht und verflüchtigt sich in der Hitze, besteht aus: 17,7 Lith. und 82,3 Chlor. — Kiesels. Lithion kommt mit kiesels. Thonerde im Petalit, Spodumen vor.

Viertes Kapitel.

Vom Barytium.

Barytium, (Ba), wurde 1808 von *Davy* mittelst der *Volta*schen Säule entdeckt; man bringt einen Teig von Aetzbaryt und Wasser mit Quecksilber in Berührung in den elektrischen Kreis, es erzeugt sich Barytiumamalgam, welches in einem mit Wasserstoffgas gefüllten Retörtchen durchs Erhitzen zersetzt wird. Auch mittelst Kalium hat man in der Hitze Barytium erhalten.

Es besitzt eine dunkelgraue Farbe, ist weniger glänzend als Roheisen, bedeutend specif. dichter als Schwefelsäure, läſst sich etwas platt drücken, oxydirt sich schnell an der Luft, zersetzt das Wasser mit Heftigkeit, schmilzt noch vor der Rothglühhitze, verbrennt mit dunkelrothem Licht. Es verbindet sich mit Sauerstoff in zwei Verhältnissen.

1) Barytiumoxyd, Baryt, Schwererde, *Baryte*, *terre pesante*, *Baryta*, *heavy earth*, ($\dot{B}a$), wurde 1774 von *Scheele* entdeckt. Baryt kommt an Säuren gebunden, als kohlens., schwefels., kiesels. Baryt vor. Darstellung des Aetzbaryts: 1) Aus salpeters. Baryt. Man glüht denselben in einem Porzellan- oder Silbertie-

gel, bis kein Gas sich mehr entwickelt. Zuerst entsteht Barytiumüberoxyd, welches sich später noch unter Entweichen von Sauerstoffgas zersetzt. 2) Aus kohlens. Baryt, sowohl natürlichem, als künstlichem, durchs Glühen mit 8 Thl. Kohlenstaub; man trägt das Gemeng mit Wasser angefeuchtet in einen Porzellantiegel ein, und glüht stark; dadurch bildet sich Kohlenoxydgas, welches entweicht, und Aetzbaryt bleibt im Rückstand. Ohne Kohlenzusatz gelingt die Zersetzung nicht. 3) Man löst Chlorbarytium in Wasser auf und schlägt mit Aetzkali nieder; das Präcipitat wird ausgesüfst und geglüht, aufgelöst bleibt Chlorkalium.

Eine grauweifse, erdige Substanz, in keinem Ofenfeuer schmelzend, nur im Knallgasgebläse und der Brennspiegelhitze, schmeckt brennend, scharf, ätzt thierische Theile, wirkt giftig, reagirt alkalisch, specif. Gewicht gegen 4,0; erhitzt sich mit Wasser befeuchtet mächtiger als Kalk, zerfällt zu einem feinen, weifsen Pulver, zu einem Hydrat, welches 10,5$\frac{0}{0}$ Wasser enthält, löst sich in 200 Thl. kochendem Wasser auf, und besteht aus 89,55 Barytium und 10,45 Sauerst. Die Auflösung des Baryts in Wasser nennt man Barytwasser, *eau de baryte*, *baryta-water*, es ist eine farblose, alkalisch schmeckende und reagirende Flüssigkeit, welche beim Abdampfen in einem verschlofsnen Geräth durchs Abkühlen, so auch durchs Gefrieren, krystallisirt; es setzt sich ein farbloses Hydrat in durchsichtigen Säulen ab, welches 61$\frac{0}{0}$ Wasser enthält, in höherer Temperatur schmilzt, 50$\frac{0}{0}$ Wasser verliert, und pulvrig wird. Dieses niedere Hydrat, ($\dot{B}a\dot{H}$), enthält noch 10,5$\frac{0}{0}$ Wasser, schmilzt in einer stärkern Hitze, wird dickflüssig, und erstarrt zu einer krystallinischen Masse, welche ihr Wasser durch keine Hitze verliert. Der krystallisirte Baryt löst sich in 24 Th. kaltem und 2 Th. kochendem Wasser, in 180 Th. Weingeist auf. Baryt hat unter allen Basen die gröfste Verwandtschaft zur Schwefelsäure, weshalb man Barytwasser anwendet, oder irgend ein lösliches Barytsalz, um jene Säure zu entdecken; sie giebt nämlich mit dem Baryt einen weifsen, in Wasser und Säuren unlöslichen Niederschlag. Baryt und Barytwasser ziehen schnell aus der Luft Kohlensäure an.

2) Barytiumüberoxyd, *Deutoxide de Barytium*, *Peroxyde of Barium*, ($\ddot{B}a$); man läfst über glühenden Aetzbaryt in Porzellanröhren Sauerstoffgas streichen, oder man streut auf mäfsig erhitzten Baryt chlors. Kali, wäscht das Produkt aus, um das Chlorkalium zu entfernen; es wird auch durchs Kalciniren des salpeters. Baryts gebildet (vergleiche oben). Eine schmutziggraue Masse, welche mit Wasser ein weifses, staubförmiges Hydrat bildet, kann ohne Zersetzung mäfsig geglüht werden, besteht aus: 81,07 Bar. und 18,93 Sauerst. Das Hydrat wird durch Wasser bei der mittlern Temperatur allmälig zersetzt, weshalb es alka-

lisch reagirt und schmeckt, schnell durch kochendes Wasser. Es dient zur Darstellung des Wasserstoffüberoxyds, vergleiche Seite 107.

Schwefelbarytium, *Sulfure de Barytium, Sulphuret of Barium,* (BaS), wird erhalten: 1) wenn man über glühende Baryterde Schwefelwasserstoffgas leitet, unter Bildung von Wasser; 2) durchs Glühen von Aetzbaryt mit Schwefel, wobei auch schwefels. Baryt entsteht; 3) durch Reduktion des schwefels. Baryts mit Kohle. Will man das Schwefelbarytium zur Darstellung von Barytpräparaten bereiten, so glüht man gepulverten schwefels. Baryt (Schwerspath) mit $\frac{1}{4}$ Mehl und $\frac{1}{8}$ Kohlenstaub gemengt, will man dagegen blos zum Beweis, dafs das Schwefelbarytium phosphorescirt, dasselbe darstellen, so mengt man Schwerspathpulver mit Tragantschleim zu einem steifen Teig, trocknet denselben, und glüht ihn zwischen Kohlen aus.

Es ist eine röthlich-gelbe, lockere Masse, im frischen Zustand geruchlos, entbindet aber beim Stehen an der Luft Schwefelwasserstoffgas, löst sich in kochendem Wasser auf, krystallisirt mit Wasser verbunden in weifsen Schuppen. Dasselbe hat die Eigenschaft von der Sonne beschienen im Finstern zu leuchten, welches Phänomen vom Sauerstoff der Luft nicht abhängig ist, da es auch im leeren Raum, so wie im Stickstoffgas stattfindet. Dieses Leuchten beobachtete zuerst *Vincenzo Cascariolo*, ein Schuhmacher in Bologna, woher der Name Bologneser Leuchtstein, B. Phosphor. Man bedient sich des Schwefelbarytiums zur Darstellung aller Barytpräparate, zur Prüfung des Chlorkalks nach *Penot.*

Chlorbarytium, *Chlorure de Barytium, Chloride of Barium,* salzsaurer Baryt, *Hydrochlorate de Baryte, H. of Baryta*, (salzsaure Schwererde), (BaCl), kann man theils dadurch darstellen, dafs 1) über glühenden Baryth Clorgas geleitet wird, wobei gleichzeitig Sauerstoffgas sich entbindet, oder 2) aus kohlens. Baryt, 3) aus Schwefelbarytium und Salzsäure, 4) durchs Glühen von Schwerspathpulver mit Chlorcalcium.

Wenn man nach 3) verfährt, so löst man Schwefelbarytium in kochendem Wasser auf, und setzt zur Auflösung so lange Salzsäure hinzu, als noch Schwefelwasserstoffgas entbunden wird; darauf filtrirt man die heifse Flüssigkeit und dampft sie zur Trockne ab. Aus Schwefelbarytium und Chlorwasserstoffsäure werden Schwefelwasserstoffgas und Chlorbarytium gebildet. (Bedient man sich der Methode 4), so mengt man 2 Th. Schwerspathpulver mit 1 Th. geglühten Chlorcalcium und läfst die Masse im Feuer schmelzen. Nachher wird mit destillirtem Wasser ausgekocht, der Rückstand heifs abgewaschen, die Flüssigkeiten zur Trockne abgedampft. Aus schwefels. Barytiumoxyd und Chlor-

calcium bilden sich: Chlorbarytium und schwefels. Calciumoxyd (Gyps)). Weil im Schwerspath stets etwas Eisenoxyd und schwefels. Strontian enthalten sind, wodurch sowohl Chloreisen, als Chlorstrontium in die Masse kommen, so glüht man die zur Trockniſs abgedampfte Masse aus. Das Chloreisen wird durchs Glühen zersetzt, es bleibt beim darauffolgenden Auflösen in Weingeist Eisenoxyd zurück; Weingeist wird angewendet, um das Chlorstrontium, welches in ihm sich löst, vom Chlorbarytium zu scheiden, welches sich höchst wenig in demselben auflöst. Darauf wird der Rückstand in destillirtem Wasser aufgelöst und krystallisirt.

Chlorbarytium mit 14,75 % Wasser verbunden, ($Ba\mathrm{€l}\dot{H}_2$), krystallisirt in farblosen, durchsichtigen, vierseitigen Tafeln (Säulen), specif. Gewicht 2,825, schmeckt bitterlich, scharf, ekelerregend (macht Erbrechen), ist luftbeständig, löst sich in $2\frac{1}{3}$ Th. Wasser von 15° und in weniger als $1\frac{1}{3}$ Th. kochenden, in 400 Th. siedenden absoluten Alkohol, in Weingeist etwas leichter auf, dann brennt derselbe mit gelber Flamme, (enthält es noch Chlorstrontium, so brennt der Weingeist mit rother Flamme), löst sich in conc. Salzsäure fast gar nicht auf, schmilzt in der Hitze, bläht sich auf, verliert das Wasser, es bleibt eine weiſse Masse zurück, welche sich in Wasser etwas schwerer auflöst als das krystallisirte Salz. Das wasserfreie besteht aus: 66 Barytium und 34 Chlor (oder aus 62,77 Baryt, 22,48 Salzs. und 14,75 W.). Es dient als Reagens auf schwefels. Salze, Schwefelsäure, auch in der Medicin.

Kohlensaurer Baryt, *Carbonate de Baryte*, *C. of Baryta*, ($\dot{B}a\ddot{C}$), wurde 1783 von *Withering* entdeckt, und nach ihm Witherit genannt. Er findet sich namentlich in England in der Grafschaft Cumberland, Durham, Lancashire, u. a. m., in Steyermark, Salzburg, Ungarn, Sibirien. Er krystallisirt in graulichweiſsen, sechsseitigen Säulen, auch gelblich, grünlich, selten röthlich, halbdurchsichtig, durchscheinend, von Wachsglanz; er kommt aber auch in stänglich-abgesonderten Massen vor, kuglich, nierförmig, zellig, derb, von blättriger, strahliger Textur; spec. Gewicht 4,33 bis 4,4. Um ihn künstlich darzustellen schlägt man eine Auflösung von Chlorbarytium mit kohlens. Kali nieder, oder man glüht Schwerspathpulver mit 2 Th. kohlens. Kali, wobei aber nicht alles zersetzt wird.

Ein weiſses, in Wasser fast unlösliches, geruch- und geschmackloses Pulver, (es verlangt 4300 Th. kaltes und 2300 kochendes Wasser zur Auflösung), wird durch Glühhitze allein seiner Kohlensäure nicht beraubt, nur durch Zusatz von Kohle (siehe oben beim Aetzbaryt), löst sich in kohlens. Wasser ein wenig auf, indem sich ein doppelt kohlens. Salz bildet, welches aber nicht in fester Gestalt erhalten werden kann. Er besteht aus: 77,59 Baryt

und 22,41 Kohlens. Man bedient sich desselben zur Darstellung der Barytpräparate, auch wird er in England als Rattengift angewendet, *rats stone*.

Schwefelsaurer Baryt, *Sulfate de Baryte, S. of B.*, ($\dot{Ba}\ddot{S}$), kommt im Mineralreich vor unter dem Namen Schwerspath, *Spath pesante, heavy spar, Baroselenite, cawk.* Man findet ihn sowohl krystallisirt in verschiednen Formen, welche auf eine gerade rhombische Säule sich zurückführen lassen, theils strahlig, (Bologneserstein am Monte Paterno bei Bologna), fasrig, körnig, derb und erdig, spec. Gewicht 4,1 bis 4,6; der krystallisirte ist theils durchsichtig, theils durchscheinend, fast undurchsichtig, gelblich-weiſs, grau-weiſs, auch wohl röthlich und bläulich; stark glänzend, zwischen Fett- und Glasglanz; er ist ziemlich allgemein verbreitet. Er schmilzt bei 35° W. zu einer weiſsen, undurchsichtigen, emailartigen Masse, wird durchs Glühen mit Kohle zersetzt, (siehe oben Seite 387) und besteht aus: 65,63 Baryt und 34,37 Schwefels. Meist enthält derselbe etwas schwefels. Strontian, Kalk, Kieselerde, Eisenoxyd. Künstlich erhält man schwefels. Baryt durch Fällung eines auflöslichen Barytsalzes, oder des Barytwassers, mittelst Schwefelsäure oder schwefels. Salze; ein weiſses, geruch- und geschmackloses, in Wasser unlösliches Pulver, löst sich nur in kochender conc. Schwefelsäure ein wenig auf, nicht in Salz- und Salpetersäure.

Man bedient sich des Schwerspaths: 1) zur Bereitung aller Barytpräparate, 2) zur Vermischung mit Bleiweiſs; hiezu sucht man die weiſsesten Stücke aus, (auch behandelt man das Pulver mit Salzsäure, um alles Eisenoxyd auszuziehen); für sich allein hat man es auch als eine unveränderliche weiſse Farbe, *permanent white*, anwenden wollen, die Farbe mit Firniſs abgerieben hat aber zu wenig Körper. 3) Zu den *dry bodies* der Engländer, einer Art Steinzeug; zur Fabrikation des Jaspisguts, *Wedgwood's Jasper ware.* 4) Zum Emailiren eiserner Töpfe? 5) Zur Bereitung von Flaschenglas.

Salpetersaurer Baryt, *Nitrate de Baryte, N. of B.*, ($\dot{Ba}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}$), wird ebenso dargestellt als der salzs. Baryt; man zersetzt Schwefelbarytiumauflösung mit Salpetersäure, oder löst in dieser Säure kohlens. Baryt auf. Die Reinigung von Strontiansalz kann nicht mittelst Alkohol erfolgen, da sich der salpeters. Strontian in Alkohol sehr schwer auflöst. Man spühlt daher die Krystalle des salpeters. Baryts mit wenig kaltem destillirten Wasser ab, um jenen Endzweck zu erreichen. (Daſs nicht ausgeglüht werden darf, um den etwanigen Eisengehalt zu entfernen, versteht sich von selbst.)

Der salpeters. Baryt bildet farblose, durchsichtige, Tetraëder, von bittern, kühlenden, scharfen Geschmack, löst sich in 20 Theilen Wasser von 0°, in 12 Th. bei 15°, in 6 Th. bei 48°, in weniger als 3 Theilen

kochendem auf, auch in Alkohol, nicht in Salpetersäure; mitSalpetersäure angesäuertes Wasser löst bedentend weniger auf, als reines. Er liefert durchs Kalciniren (welche Operation nicht in Platintiegeln stattfinden darf, indem diese angegriffen werden), Aetzbaryt, besteht aus: 58,56 Baryt und 41,44 Salpeters. Man wendet ihn als Reagens wie Chlorbarytium an.

Barytharmotom, kiesels. Baryt + kiesels. Thonerde + Wasser. — *Döbereiner*'s Barytglas.

Fünftes Kapitel.

Vom Strontium.

Strontium, (Sr), wurde von *Davy* 1808 aus dem Strontian durch die *Volta*sche Elektricität dargestellt. Es besitzt gleichfalls eine grauweiſse Farbe, ist wenig glänzend, sinkt in conc. Schwefelsäure unter; specif. Gewicht zwischen 4 und 5,0; giebt mit Sauerstoff zwei Verbindungen.

Strontiumoxyd, Strontian, *Strontiane*, *Strontia*, ($\dot{S}r$), also genannt nach einer Stadt Strontian in Argylesbire, wo man 1787 den natürlichen kohlens. Strontian entdeckte. *Hope* unterschied 1791 diese Erde von der sehr ähnlichen Baryterde. Strontian kommt, wie Baryt, nur mit Kohlensäure und Schwefelsäure in Verbindnng vor, aber weniger häufig, als dieser; man stellt denselben ganz so wie Baryt, namentlich aus der salpeters. oder kohlens. Verbindung, durchs Glühen dar.

Strontian ist ein graulich-weiſses, im Ofenfener unschmelzbares Pulver, dessen spec. Gewicht sich dem des Baryts nähert, schmeckt scharf, ätzend, weniger ausgezeichnet als Baryt, stärker als Kalk, erhitzt sich beim Befeuchten mit Wasser, und zerfällt zu einem pulvrigen Hydrat, löst sich in 160 Theilen Wasser von 15°, in weit weniger kochendem zu einer farblosen Flüssigkeit auf, Strontianwasser, *eau de Strontiane*, *Strontia water*, welches alkalisch reagirt. Aus dieser Auflösung schieſst beim Concentriren im verschloſsnen Raum ein Hydrat in farblosen, vierseitigen Tafeln an, welches gegen 68$\frac{0}{0}$ Wasser enthält, sich in 52 Theilen Wasser von 15° und in beinahe 2 Th. kochenden auflöst, in der Wärme 53$\frac{0}{0}$ Wasser verliert, (Kohlensäure anzieht), und als ein weiſses Pulver zurückbleibt, welches sein chemisch gebundnes Wasser 14,8$\frac{0}{0}$, ($\dot{S}r\dot{\text{H}}$), selbst nicht durchs Glühen verliert. Strontian giebt vor dem Löthrohr erhitzt ohne zu schmelzen ein blendendes Licht von sich, besteht aus: 84,55 Str. und 15,45 Sauerst.

Unterschied zwischen Strontian und Baryt. Erster ist leichter, löst sich in Wasser leichter auf, schmeckt nicht so heftig ätzend; Strontiansalze in Alkohol aufgelöst machen letztern mit rother Flamme brennen, während Barytsalze eine gelbe Flamme bedingen. Kieselfluſssäure fällt die Barytsalze, aber nicht die Strontiansalze, wenn ein geringer Säureüberschuſs vorhanden ist; iods. Natron schlägt Barytsalze völlig nieder,

nicht Strontiansalze. Strontian und seine Verhindungen wirken nicht nachtheilig auf den thierischen Körper.

Schwefelstrontium, *Sulfure de Strontium, Sulphuret of S.*, (SrS), wird aus dem schwefels. Strontian durchs Glühen mit Kohle dargestellt; verhält sich dem Schwefelbarytium sehr ähnlich, leuchtet wie dieses, löst sich in Wasser auf, und besteht aus: 68,5 Stront. und 31,5 Schwefel.

Chlorstrontium, *Chlorure de Strontium, Chloride of S.*, salzsaurer Strontian, *Hydrochlorate de Strontiane, H. of S.*, (Sr€l), wird eben so bereitet, wie Chlorbarytium, nämlich aus Schwefelstrontium oder kohlens. Strontian und Salzsäure. Es krystallisirt, mit 40,52 $\frac{0}{0}$ Wasser in Verbindung, (Sr€l$\dot{H}_6$), in farblosen, langen Säulen, die an der Luft feucht werden, scharf, stechend, bitter schmecken, sich in $\frac{3}{4}$ kaltem und in viel weniger kochendem Wasser auflösen, auch in Weingeist, und zwar in 6 Theilen von 0,833, in 24 Th. absoluten Alkohol bei 15°. Schmelzt man dieses Salz, so bläht es sich auf, und es bleibt, unter Entweichen von Wasser, eine weiſse Masse zurück, welche sich in Wasser schwerer auflöst. Chlorstrontium besteht aus: 58 Stront. und 42 Chl. — Man bedient sich desselben auf Theatern, um rothe Flammen zu bewerkstelligen.

Kohlensaurer Strontian, *Carbônate de Strontiane, C. of S.*, ($\dot{Sr}\ddot{C}$), kommt im Mineralreich als Strontianit vor, krystallisirt in Rhomboëdern, sechsseitigen Säulen mit sechsflächiger Zuspitzung, halbdurchsichtig bis durchscheinend, perlmutter-, glasglänzend, grünlich-, auch grauweiſs, specif. Gewicht 3,67 bis 3,8; auch kommt dieses Fossil in derben Massen vor, von strahliger Textur, in Schottland, dem sächsischen Erzgebirge, auf Sicilien.

Künstlich erhält man kohlens. Strontian durch doppelte Wahlverwandtschaft aus Chlorstrontium und kohlens. Kali; ein weiſses, geruchund geschmackloses Pulver, löst sich in 1536 Theilen kochendem Wasser auf, leichter in kohlens. Wasser, läſst sich glühen, ohne die Kohlensäure zu verlieren; dies geschicht jedoch mit Hülfe von Wasserdämpfen. Er besteht aus 77,66 Stront. und 22,34 Kohlens. — Doppelt kohlens. Strontian findet sich im Karlsbader- und Pyrmonter Wasser.

Schwefelsaurer Strontian, *Sulfate de Strontiane, S. of S.*, ($\dot{Sr}\dddot{S}$), kommt als Cölestin (Schützit) sowohl krystallisirt, als auch strählig, fasrig, derb vor; er bildet gerade rhombische Säulen, büschelartig verbunden, durchsichtig bis durchscheinend, doppelte Strahlenbrechung, glänzend, von Glasglanz, wasserhell, himmelblau, auch gelb, grau, specif. Gewicht 3,6 bis 4,0. Er findet sich fast in allen Schwefelgruben Siciliens, in Tyrol, England, Schottland; fasriger Cölestin zu Dornburg a. d. Saale (bei Jena); auch im Schwerspath, in Meerversteinerungen. Künstlich dargestellt ist es ein weiſses, feines, geschmack- und geruchloses Pulver, in 3840 Theilen kochendem Wasser löslich, ebenso in kochender conc. Schwefelsäure, schmilzt in heftiger Hitze zu einer glasartigen Masse, besteht aus: 56,36 Stront. und 43,64 Schwefels. Man bedient sich des Cölestins zur Darstellung der Strontianpräparate, zu den *drye bodies*.

Salpetersaurer Strontian, *Nitrate de Strontiane, N. of S.*, ($\dot{Sr}\ddot{\bar{N}}$),

wird ebenso dargestellt als das entsprechende Barytsalz; krystallisirt in farblosen, durchsichtigen Oktaëdern, schmeckt kühlend, etwas scharf, löst sich in 5 Theilen kaltem und ½ Thl. kochendem Wasser auf, in absolutem Alkohol, ist luftbeständig, verpufft in der Hitze, giebt Sauerstoffgas ab, und hinterläſst Aetzstrontian. Er besteht aus: 48,9 Stront. und 51,1 Salpeters., enthält bisweilen Krystallwasser. — Man bedient sich desselben zum Rothfeuer für Theater (siehe oben beim Pulver Seite 324.).

Kieselsaurer Strontian, *Döbereiner's* Strontianglas aus 70 kohlens. Kali, 54 kohlens. Natron, 74 kohlens. Strontian, 224 Kieselerde geschmolzen. Es ist leichter schmelzbar als Kronglas, dichter und stärker lichtbrechend.

Sechstes Kapitel.

Vom Calcium.

Calcium, (Ca), wurde von *Seebeck* als Amalgam dargestellt, von *Davy* aus dieser Verbindung ausgeschieden; Darstellung wie beim Barytium. Es ist silberweiſs, fest, entzündet sich leicht an der Luft, verbrennt, oxydirt sich zu Kalkerde, zersetzt das Wasser unter Entbindung von Wasserstoffgas.

1) Calciumoxyd, Kalkerde, Aetzkalk, *Chaux, (terre calcaire), Chaux vive, Lime,* ($\dot{C}a$), kommt nur mit Säuren verbunden in der Natur vor, als mit Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Bor-, Salpeter-, Kieselsäure, mit Titan-, Uran-, Wolfram-, Arsenik-, Oxal-, Weinstein-, Aepfelsäure im Mineral-, Pflanzen- und Thierreich. Um Aetzkalk darzustellen, bedient man sich des natürlichen kohlens. Kalks, welcher in heftiger Glühhitze die Kohlensäure abgiebt. Möglichst reinen Aetzkalk zum chemischen Gebrauch erhält man aus dem reinsten kohlens. Kalk, dem Kalkspath, dem weiſsen karrarischen Marmor, (Austerschalen). Man legt die Stücke zwischen Kohlen, glüht sie so lange aus, bis ein Pröbchen mit Wasser benetzt sich vollkommen löscht, und nicht mehr aufbraust, wenn Säure hinzugebracht wird. Wendet man Austerschalen u. dgl. an, so ist meistens etwas Schwefelcalcium dabei, von dem Schwefelgehalt organischer Materien herrührend.

Im Groſsen gewinnt man den Kalk durchs Brennen, *cuisson*, der Kalksteine, des Kalkmergels, der Kreide, der Muschelschalen (an den Meeresküsten). Man brennt den Kalk entweder in Gruben, das unvollkommenste Verfahren, wobei auch viel Holz verschwendet wird; in Meilern, *en tas,* indem man die Kalksteine mit Steinkohlen schichtet, und im Allgemeinen wie beim Holzverkohlen verfährt; in Feldöfen, *fours de campagne,* indem man die

gröſsern Stücke so zusammenstellt, daſs sie eine Feuergasse bilden, in welcher man das Feuer unterhält, die kleinern Stücke werden um die gröſsern aufgeschüttet; oder in eignen Oefen, Kalköfen, *chaufours*, *fours à chaux*, *limekilns*, deren Konstruktion theils nach Maſsgabe des Brennmaterials, ob man Holz, Torf, Steinkohlen, Coaks anwendet, theils ob man ohne Unterbrechung, oder periodisch brennen will, verschieden ist. Man theilt die Kalköfen ein in liegende und stehende, letztere nennt man auch Schachtöfen; ferner in solche, in denen stetig gebrannt wird, *four-coulant*, *à feu continu*, oder nur periodisch, *four intermittente*.

Ein liegender Ofen, wie er in Berlin gebräuchlich ist, ist auf Tafel VII. Fig. 7. bis 9. abgebildet. Es ist ein länglich viereckiger Raum, mit dicken Wänden, welche inwendig mit feuerfesten Ziegeln bekleidet sind. Im Gewölbe sind mehrere Reihen von Zuglöchern c, c, c angebracht, die beliebig geöffnet und geschlossen werden können. In einer der schmälern Seitenwände des Ofens befindet sich eine Oeffnung a zum Einsetzen und Ausfahren der Kalksteine, welche nachher vor dem Beginn des Brands vermauert wird. In den längern Seitenwänden des Ofens, oft auch nur in einer, befinden sich die Schürlöcher, Mundlöcher b, b, b, zum Einlegen des Holzes. Ueber dem Gewölbe ist ein zweites f, f in einem Abstand gesprengt, damit keine Gefahr vor Brandschaden stattfinde; aus dem Raum d, d entweicht der Rauch durch die seitwärts angebrachten Oeffnungen e, e, und den Schornstein h. Meist stehen 2 solcher Oefen nebeneinander, und sind nur durch eine Quermauer geschieden, beide unter einem Bohlendach, g, g; oder sie stehen unter einem massiven Gebäude, welches man eine Kalkscheune nennt.

Das Einsetzen des Kalks in den liegenden Ofen geschieht in der Art, daſs von den Schürlöchern aus nach der gegenüber stehenden Wand Kanäle aus Kalksteinen, von der Höhe und Breite der erstern, gesetzt werden, welche als Schür- oder Feuergassen zum Einlegen von Holz dienen; der Zwischenraum zwischen den einzelnen Schürgassen, der Raum zwischen den Decken derselben und dem Ofengewölbe wird dann mit Kalksteinen locker ausgefüllt, damit die Flamme ungehindert durchschlagen kann. Nicht selten schichtet man, um eine stärkere und gleichmäſsig vertheilte Hitze zu erreichen, Steinkohlen zwischen die Kalksteine. Vermöge der im Gewölbe angebrachten Oeffnungen kann die Flamme geleitet werden, indem man da, wo die Hitze zu groſs, die Oeffnungen durch Thonstöpsel verschlieſst, und umgekehrt. Ist der Kalk gahr gebrannt, so wird die Einsatzöffnung aufgerissen, der Kalk mit eisernen Haken herausgezogen, hierauf der Ofen, wenn er genugsam sich abgekühlt hat, von Neuem beschickt. Man hat auch Kalköfen mit Ziegelöfen verbunden, indem man theils unmittelbar über die Kalksteine die Ziegel schichtete, oder

über dem Kalkofen einen eignen Ziegelofen anlegte. In England, Frankreich und am Rhein hat man auch die Gichtflamme der Eisenhohöfen zum Betrieb von Kalköfen benutzt.

Das Anfeuern des Ofens geschieht von Anfang mäſsig, *enfumage*, um die Steine langsam anzuwärmen, damit sie nur allmälig ihren Gehalt an hygroskopischen und chemisch gebundnen Wasser verlieren, widrigenfalls sie zersprengt werden, wodurch die aufgesetzte Feuer- oder Schürgasse einstürzen und der Zug im Ofen sehr gestört würde. Beim Beginn des Anfeuerns des Ofens steigt 6 bis 8 Stunden lang ein dicker, schwarzer Rauch auf, (eine Folge davon, daſs die kühlen Ofenwände Wärme verschlucken, und dadurch das Verbrennen verlangsamen), welcher nach und nach verschwindet, wenn die Gluth sich vermehrt; endlich schlägt die Flamme durch die Zuglöcher im Gewölbe. Die Farbe der Flamme ist erst dunkelroth, violett, dann blau, zuletzt weiſs; die Weiſsglühhitze wird nun nach Beschaffenheit des Kalksteins, der Härte desselben, des angewendeten Brennmaterials, der Witterung, längere oder kürzere Zeit unterhalten, darauf vermindert man das Feuer und läſst den Ofen langsam erkalten, um den Kalk ausziehen zu können. Man verschlieſst die Zuglöcher im Gewölbe an den Seitenwänden des Ofens zuerst, da an diesen Stellen die Steine früher gahr werden, damit dann die Flamme mehr nach der Mitte schlage. Die Gahre der Steine erkennt der Brenner theils an der weiſsen Flamme, dem heftigen Weiſsglühen der Steine, theils an der Raumesverminderung derselben, indem Wasser und kohlens. Gas entwichen sind. Heftiger Wind, Regen, so wie sehr trocknes, warmes Wetter haben einen mehr oder minder ungünstigen Einfluſs auf den Gang des Brennens, jedoch weniger auf die unter Dach stehenden Oefen. Die Dauer eines Brands ist sehr relativ, bei Oefen von gewöhnlicher Gröſse 36 bis 40 Stunden.

Die stehenden oder Schachtöfen, Stichöfen, (weil man den gahren Kalk durch an der Sohle des Schachts angebrachte Stichöffnungen absticht, herauszieht), legt man gern am Abhang von Hügeln an, an diese angelehnt, theils um so gegen den Wind, wenigstens von einer Seite, geschützt zu sein, theils um von dem Hügel aus bequem zur Gicht gelangen zu können, um Kalksteine und Brennmaterial aufgeben zu können. Die Form des Schachts hat man sehr mannichfaltig abgeändert, theils mit saigern Wänden, cylindrisch, prismatisch, theils nach unten verjüngt, trichterförmig, theils nach unten sanft erweitert und dann verjüngt, eiförmig u. a., je nachdem man verschiednes Brennmaterial, verschiedne Beschickungsweisen anwendete. Man kann in Schachtöfen theils periodisch brennen, theils ununterbrochen; zu ersterm Behuf ist der Schacht niedrig aber weit, eiförmig gestaltet, man setzt in dem-

selben ein Gewölbe von gröſsern Kalksteinen, schichtet darüber die kleinern bis über die Gicht heraus, und zündet unter dem Gewölbe Reisholz, Knüppelholz, Wurzelstöcke etc. an, zu welchem Behuf ein Rost in der Mitte angebracht sein muſs. Ist der Brand beendet, so zieht man den Kalk aus, und setzt, wenn sich der Ofen gekühlt hat, frischen ein. Ein in Belgien, den Rheinprovinzen, dem nördlichen Frankreich übliches Verfahren. Weit vorzüglicher ist aber die ununterbrochne Benutzung der Schachtöfen. Zu dem Ende werden Kalksteine und Kohlen (Steinkohlen, Coaks [Knüppelkohlen]), wie es bei den Schachtöfen zum Brennen der Eisensteine üblich ist, schichtenweis aufgegeben, so in England, den Niederlanden, Frankreich, in Schlesien (Grafschaft Glatz); die Form des Schachts ist die eines umgekehrten Kegels, eines Ovoids. Oder es wird das Brennmaterial auf rings um den Ofenschacht angebrachten Feuerungen entzündet, und die Flamme, nicht das Brennmaterial, kommt mit den Kalksteinen in unmittelbare Berührung, wie es auch bei Steingut- und Porzellanöfen der Fall ist. Von dieser Konstruktion sind die Kalköfen bei Rüdersdorf, 4 Meilen von Berlin.

Auf Tafel VI. ist ein 3schüriger Kalkschachtofen von Rüdersdorf abgebildet. Fig. 7. zeigt die Ober-, Fig. 8. die Seitenansicht des Ofens und der ganzen Anlage, Fig. 5. den senkrechten Durchschnitt des Ofens, und Fig. 6. den Grundriſs desselben nach den Linien A B C D Fig. 5. Der innere Schacht, Fig. 5., hat die Form zweier mit ihren gröſsern Endkreisen auf einander gestellter abgekürzter Kegel; die gröſste Weite besitzt er in der Höhe der Heitzöffnungen b, und zwar hat er daselbst 8 Fuſs im Durchmesser, unten an den Abzügen und oben an der Gicht ist er am engsten, und zwar an beiden Stellen 6 F. im Durchmesser. Die innere Umfassungswand d des obern Schachts ist von Mauersteinen 38 F. hoch, auf 25 F. Höhe aber mit feuerfesten Thonplatten d′, d′ ausgesetzt, die in Absätzen 1½ bis ½ Stein Stärke haben. Diese Umfassungswand ist mit einem Mantel e von Kalksteinen umgeben, der aber von der Wand um einige Zoll abstehend einen Zwischenraum läſst, welcher mit Asche ausgefüllt ist. Dieser Zwischenraum ist deshalb nöthig, weil die innere Mauer sich stärker ausdehnt, als die weniger erwärmte äuſsere Wand, wodurch Risse entstehen würden, wenn beide Wände zusammenhingen. Ferner ist Asche ein schlechter Wärmeleiter, und es hat die Ausfüllung daher den Zweck, daſs die innere Wärme den Auſsenwänden möglichst wenig mitgetheilt werde.

Der Rost für die Feuerungen b besteht aus Thonplatten, die in der Mitte, wo die einzelnen Stücke zusammenstoſsen, auf einer gewölbten Unterstützung f liegen. Die Heitzöffnung selbst ist überwölbt, und hat ebenfalls eine Einfassung von Charmottsteinen, wie auch aus der Zeichnung zu ersehen ist. g ist die eiserne Thür vor der Heitzöffnung. Die Thonplatten, welche den Rost bilden, haben 3 bis 4 Einschnitte von einem Zoll Weite für die Einströmung der Luft, welche durch den Kanal h zugeleitet wird. Der untere Theil des Schachts, von den Feue-

rungen bis zum Heerd, ist 7 F. hoch, und die Umfassungsmauer desselben, bis auf die innere Einfassung mit Charmottsteinen und einzelne Bögen aus Ziegelsteinen, durchaus von Kalksteinen aufgeführt. In derselben befinden sich die Aschenfälle i, die Abzüge a und die Kanäle k vor den Abzügen. Jeder Aschenfall ist mit einer eisernen Thür verschlossen, welche geöffnet wird, wenn der Raum i voll Asche ist. Die glühende Asche mufs in dem untern Raum so lange liegen bleiben, bis sie sich so weit gekühlt hat, dafs man sie in Karren laden kann. Ein Vortheil hiebei ist der, dafs ein grofser Theil der Asche beim Herausfallen von allen Seiten sich ausbreitet, und sich so ohne Kosten von selbst fortschafft.

Auch die Abzüge sind mit eisernen Thüren versehen, sie werden nur beim Herausziehen des Kalks geöffnet, und sind während des Brennens sorgfältig mit Lehm verklebt. Die Oeffnungen sind nach vorn verjüngt, damit der Kalk aus dem Schacht leicht nachfällt, wenn der vorn liegende herausgezogen ist; auch die Gestalt des Heerds befördert dies Nachfallen: die Kante α (siehe den Grundrifs Fig. 6.) ist nämlich erhaben und wagerecht, die Kanten β und γ, ε und δ sind von dem erhabnen Mittelpunkt aus nach vorn um gleich viel geneigt, so dafs die Flächen $\beta\varepsilon$ und $\gamma\delta$, die vor den Abzügen liegen, gegen die Horizontalebne, die Flächen $\alpha\beta$ und $\alpha\gamma$ aber sowohl gegen die horizontale als auch gegen die vertikale Ebne geneigt sind. Damit der Arbeiter beim Herausziehen des Kalks nicht zu sehr von heifser Luft leide, sind die Kanäle k angebracht, durch welche unmittelbar vor dem Ofen der gröfste Theil der heifsen Luft in die Höhe geht. Die äufsern Wände l, m, n des Ofens sind nicht wesentlich nothwendig, aber vortheilhaft, sofern nämlich der Kalk in dem untern, und das Brennmaterial in dem zweiten Stockwerk trocken liegen kann. Holzwände sind gefährlich, auch lassen sie den Regen durch. Die verschiednen Stockwerke sind durch Gurtbögen o und überwölbte Kappen p gebildet, die noch mit Kalksteinplatten gepflastert sind. (In dem dritten und vierten Stockwerk halten fremde Arbeiter ihr Nachtlager.) Auch ist dieser Ofen mit einem Anbau versehen, in dem eine oder mehrere Arbeiterwohnungen eingerichtet sind, siehe Fig. 8. Die Wohnungen kommuniciren mit den Stockwerken des Ofens, haben aber einen besondern Eingang und zwar die obere Wohnung von der Seite q, von wo aus sie betrachtet das Erdgeschofs bildet, und die untere durch die Thür s; r sind die Schornsteine für die zu ihnen gehörenden Feuerungen. Die im Kalkstein ausgehauenen Treppen t, u und v gewähren den leichten Zutritt von allen Seiten.

Da der Kalkstein von oben aufgegeben werden mufs, so ist die Gichtmauer zur Vermeidung der Gefahr mit einem starken Geländer versehen; die Pfeiler und Plinten sind von Kalkstein, die Gitterstäbe von Eisen. Auch ist dies Geländer bis zu den Seitenwänden des Bruchs fortgesetzt; über dem Dach des Anbaues ist es der Leichtigkeit wegen von Holz; ferner ist die Platform mit Schienen w belegt, auf welchen die mit Kalkstein beladnen Hunde durch Pferde nach der Gicht geschafft, und leer wieder zurückgefahren werden. x ist ein anderer Schienenweg aus einem andern Bruch nach einem zweiten Ofen.

Die Oefen erhalten ihren Namen von der Anzahl der Heitzöffnungen, und heiſsen hiernach 3, 4, 5schürige Oefen; unter 3 und über 5 Feuerungen sind nicht gebräuchlich. Die äuſsere Form des Ofens richtet sich nach der Anzahl der Feuerungen; der Ofen ist nämlich auswendig eine abgekürzte Pyramide von gleichgroſsen Seitenflächen; in den Mittellinien dieser Seitenflächen befinden sich der Reihe nach abwechselnd die Feuerungen und die Abzüge; es hat also jeder Ofen doppelt so viel Seitenflächen als Feuerungen. Der äuſserste Mantel l, m, n hat gegen den Ofen die Lage, daſs immer eine Kaute jenes auf eine Fläche des letztern trifft, und zwar deshalb, damit der Arbeiter zu seinen Manipulationen vor der Oeffnung einen möglichst groſsen Raum habe.

Bei Rüdersdorf sind 4 Schachtöfen, zwei 3schürige, ein 4 und ein 5schüriger Ofen. Die Schächte der 4 und 5schürigen Oefen sind nicht viel gröſser; der 4schürige Ofen ist 32 Fuſs hoch, hat auf der Gicht 7 F., bei den Feuerungen 9 F. und auf dem Heerd 6 F. im Durchmesser, der Schacht desselben nimmt 12 Klafter Kalksteine auf, und es können aus demselben von 12 zu 12 Stunden 20 bis 25 Tonnen gebrannter Kalk gezogen werden. Der 5schürige Ofen ist 35 F. hoch, hat auf der Gicht 8 Fuſs, bei den Feuerungen 9 F. und auf dem Heerd 6 F. im Durchmesser, er faſst 14 Klafter Kalksteine, und es können von 12 zu 12 Stunden 25 bis 30 Tonnen gahr gebrannter Kalk gezogen werden. Bei den 4 und 5schürigen Oefen ist der Verbrauch an Brennmaterial verhältniſsmäſsig gröſser, als bei den 3schürigen Oefen, weshalb diese vortheilhafter sind.

Beim Brennen werden halb Brennsteine, halb Kothen (kleine Steine) angewendet, man erhält von jeder Klafter derselben 15 Tonnen Stückkalk und $\frac{1}{4}$ Tonne Mehlkalk. Zum Gahrbrennen einer Klafter Kalksteine werden erfordert $1\frac{5}{12}$ Klafter Holz oder $1\frac{1}{2}$ Kl. Torf; nur zum ersten Anbrennen wird Holz verwendet, im Uebrigen Torf. Es wurden 1829 20,000 Tonnen Kalk gebrannt, hiezu waren 1840 Klafter Steine, $212\frac{1}{2}$ Kl. Holz zum Anfeuern und 2535 Kl. Torf zum Brennen erforderlich.

Soll der Ofen in Betrieb gesetzt werden, so wird er auf die Höhe B C, bis zu den Feuerungen, mit rohen Kalksteinen angefüllt, Holzfeuer in den Abzügen a angemacht, und der Kalk gahr gebrannt. Hierauf wird auf diesen gahren Kalk wieder roher Kalkstein aufgeschüttet, und zwar nicht von der Gicht heruntergeworfen, sondern in Kübeln herabgelassen, bis der Ofen voll ist, auch wird noch auf der Gicht ein ungefähr 4 Fuſs hoher Kegel von Kalksteinen regelmäſsig aufgesetzt, so daſs derselbe den zurückspringenden Rand der Gichtplatte zum Theil bedeckt, und in den Heitzöffnungen b mit Torf gefeuert. Ist der obere Kalk gahr gebrannt, so wird der unter den Feuerungen befindliche gezogen, der obere stürzt nach, ein neuer Kegel wird aufgesetzt, und der Prozeſs geht nun ununterbrochen fort, ohne daſs es nöthig ist, noch einmal in a Feuer anzulegen, weil in C B der Kalk immer

gahr sein muſs. Das Ausziehen des Kalks geschieht alle 12 Stunden, und es werden in jener Zeit aus einem 3schürigen Ofen 20 bis 24 Tonnen Kalk gewonnen.

Es ist ein Erfahrungssatz, daſs frisch gebrochne Kalksteine, welche noch einen gewissen Gehalt an Wasser mehr besitzen, als an der Luft ausgetrocknete, sich leichter brennen lassen, als jene. Dieses beruht auf der Thatsache, daſs eine Luftart das Entbinden einer andern statt zu behindern, im Gegentheil bedeutend befördert, so der sich erzeugende Wasserdampf das Entweichen des kohlensauren Gases. *Faraday* bewies dies durch Versuche auf eine positive Weise, indem er Kalkstein in einem nur mit Kohlensäure erfüllten Raum erhitzte; sie gaben auch nicht die geringste Menge Kohlensäure ab. Eben so ist trockne Luft dem Kalkbrennen nicht günstig. Die Gewichtsverminderung, das Schwinden, der Kalksteine beim Brennen ist nach der Beschaffenheit derselben verschieden, meistens beträgt es 45% des Gewichts und 10 bis 20% des Volums, es giebt aber auch Kalksteine, die 54, andere die nur 23% am Gewicht verlieren. Nach Versuchen von *Triest* wog ein Kubikfuſs Rüdersdorfer Kalkstein 160 Pfund 23½ Loth, nach dem Brennen 83 Pfd. 17 Loth, also Gewichtsverlust 77 Pf. 6½ Loth, oder 48%. 1 Tonne gebrannter Kalk, = 4 Scheffel, = 7 Kubikf. 192 Kubikzoll, wiegt 2¾ bis 3 Centner.

Man findet unter dem gebrannten Kalk nicht selten bald mehr bald weniger Steine, welche sich unvollständig, oder gar nicht löschen lassen, *biscuits;* dieser Umstand ist die Folge entweder von 1) zu geringer Hitze des Ofens an einzelnen Stellen, woher es kommt, daſs einzelne Kalksteine nicht zur Gahre gekommen sind, noch Kohlensäure enthalten (basisch kohlens. Kalk), mit Säuren aufbrausen. Solche Steine können bei einem spätern Brennen an Stellen, wo die Hitze am gelindesten ist, wieder eingesetzt werden. 2) Dieser Umstand kann aber auch durch eine zu groſse Hitze des Ofens in Bezug auf die Mischung des Kalksteins verursacht werden. Es ist erfahrungsmäſsig, daſs reiner kohlens. Kalk in einem Platintiegel in der heftigsten Ofenhitze (im Porzellanfeuer) gahr gebrannt wird, ohne zusammen zu sintern oder zu schmelzen, dagegen pflegt Kalkstein, welcher viel fremde Beimischungen von Kiesel-, Thonerde, Eisenoxydul, Manganoxydul (Magnesia) enthält, magerer Kalkstein, bei heftiger Gluth zusammen zu sintern. Diese Eigenschaft nennt man das Todbrennen. Keiner der Urkalksteine, welche fast ganz reinen kohlens. Kalk enthalten, wird todgebrannt, wohl aber der Flötzkalk, welcher zwischen 6 bis 17% an jenen fremdartigen Substanzen enthalten kann. (Rüdersdorfer Kalkstein, gelblichgrau, feinkörnig, enthält nach *John* 8% Kieselerde, 8 Thonerde, 0,5 Eisenoxyd.) Tod gebrannter Kalk,

chaux mort, dead lime, enthält im Innern oft noch kohlens. Kalk, indem die Kohlensäure durch die äufserlich zusammengesinterte Rinde nicht entweichen kann; jedoch sind auch Fälle bekannt, wo Austerschalen in zu hohen Hitzgraden gebrannt, ohne noch Kohlensäure zu enthalten, tod gebrannt waren. Ueberhaupt dürften wohl noch nicht alle Ursachen dieses fehlerhaften Verhaltens des Kalks genug gekannt sein.

Soll Kalkmergel gebrannt werden, welcher in einem lockern, erdigen Zustand sich befindet, so wird er erst eingesumpft, in Ziegel geformt, diese getrocknet und dann gebrannt. Der hiezu gebräuchliche Ofen ist meist ein Ziegelofen ohne Gewölbe, besser aber ein überwölbter. Nach dem Brennen löscht man den erhaltnen Mergelkalk zu einem trocknen Staub (Kalkhydrat) und hebt dasselbe in Fässern zum Gebrauch auf. Ein Kubikfufs roher Kalkmergel wiegt gestrichen 120 bis 124 Pfund, getrocknet 100 bis 103, gebrannt 36 bis 38 Pfund. Besonders viel Kalkmergel wird in Pommern, der Neumark, im Posenschen gebrannt und verarbeitet.

Muschelschalen müssen scharf gebrannt werden, denn der geringste Hinterhalt an Kohlensäure hindert das Löschen; man brennt sie in Gruben, Meilern mit Torf, besonders in Holland, der Nordküste von Deutschland (Friesland) etc. Da die Muscheln Kochsalz enthalten, so bildet sich durchs Brennen etwas Chlorcalcium, weshalb der damit gefertigte Mörtel hygroskopisch wirkt, die Mauern feucht werden, und kohlens. Natron auswittert. Es ist deshalb rathsam, die Muscheln mit Wasser auszulaugen. Ueberhaupt löscht sich auch der Kalk aus Muscheln, *chaux d'écailles*, schwerer als Steinkalk.

Ueber das Kalkbrennen siehe: *Hassenfratz* traité théorique et pratique de l'art de calciner la pierre calcaire etc. Paris 1825. — *Kuhlmann* in D. p. J. Bd. 28. S. 408. — *Demesmay* das. S. 411. — Ein sehr lehrreicher und gründlicher Aufsatz von *Petot* in den Annales maritimes et coloniales 1833. II. partie, pag. 138. — D. t. Tom. 13. „Chaux." *Vicat* theils in seinen Werken (siehe beim Mörtel), theils in einzelnen Aufsätzen, welche in vielen Bänden des *Dingler*'schen Journals zerstreut durch die Register aufzufinden sind. — *Frost* in D. p. J. Bd. 13. S. 208. — *Stanhope* das. Bd. 16. S. 133. — Irische Kalköfen, Mechanics Magazin Vol. 4. pag. 143. — Ueber die Anwendung der Gichtflamme zum K.brennen, A. d. M. I. série T. 11. pag. 73. — *Heathorn* Kalkofen in D. p. J. Bd. 21. S. 533. — Yorkshire- und Schottische Kalköfen, das. Bd. 24. S. 348. Bd. 26. S. 79. — *D'Artigues* kontinuirlicher K.ofen A. d. l'i. n. T. 4. p. 402.

Eigenschaften des reinen Aetzkalks. Der gebrannte Kalk ist weifs, specif. Gewicht 2,3, schmilzt in keinem Ofenfeuer für sich allein, wohl aber in der Kette grofser *Volta*'scher Batterien, im Knallgasgebläse; schmeckt laugenhaft, scharf, ätzend, zerstört

thierische Gebilde, besteht aus 71,91 Calcium und 28,09 Sauerst. Befeuchtet man ihn mit Wasser, so erhitzt er sich schnell, selbst bis zum Hellrothglühen der Masse, berstet unter einem knisternden Geräusch, heiſse Wasserdämpfe, welche etwas Kalk enthalten, und daher die zarten Theile des Körpers, als Augen, Nase reitzen, steigen in Menge auf; der Kalk zerfällt zu einem weiſsen feinen Pulver, welches 24$\frac{0}{0}$ Wasser enthält, Kalkhydrat, gelöschter Kalk, *chaux éteinte, slacked lime.* Dieses Pulver schmeckt nicht mehr so heftig ätzend, als der ungelöschte Kalk, da es bereits Wasser enthält. Die Erhitzung beim Löschen des Kalks, *extinction,* in Folge der Bindung des Wassers durch denselben, ist so groſs, daſs dadurch Pulver entzündet wird; so können auch Kähne, die mit gebranntem Kalk beladen sind, wenn Wasser eindringt und der Kalk sich zu löschen beginnt, in Brand gerathen.

Läſst man gebrannten Kalk an der Luft, besonders an feuchter Luft liegen, so stirbt er ab, er zerfällt, zieht Kohlensäure und Wasser an; dieser abgestorbne Kalk, zerfallne K., besteht aus neutralem kohlens. Kalk + Kalkhydrat, wird nie völlig zu neutralem kohlens. Kalk. Wendet man beim Löschen des Kalks mehr Wasser an, als zur Erzeugung des Kalkhydrats nöthig, so wird der gelöschte Kalk breiartig, Kalkbrei, *chaux fondue*, mit Wasser verdünnt Kalkmilch, *lait de chaux.* Kalk löst sich nach *Davy* in 450 Theilen Wasser von 20° auf, nach *Phillips* in 750 Theilen, Kalkwasser, *eau de chaux*, *lime-water;* kochendes Wasser löst weniger auf, es sind 1280 Theile desselben erforderlich, um 1 Theil Kalk zu lösen. Kalkwasser ist farblos, klar, schmeckt schrumpfend, gelind alkalisch, reagirt eben so, zieht aus der Luft Kohlensäure an, und setzt ein Häutchen von kohlens. Kalk an, welches allmälig niederfällt und sich stets erneuert, bis endlich aller Kalk sich kohlensauer niedergeschlagen hat. Beim Abdampfen im luftleeren Raum setzen sich kleine 6seitige Säulen an, ein höheres Kalkhydrat. — Kalkwasser, so wie auch überhaupt gebrannter Kalk, muſs in wohlverschloſsnen Gefäſsen aufbewahrt werden.

Man unterscheidet, in technischer Hinsicht, fetten Kalk, *chaux grasse,* welcher aus Marmor, Kalkspath, Kalkstein, der wenig (1 bis 6$\frac{0}{0}$) fremde Bestandtheile enthält, als Magnesia, Eisenoxyd, kaum etwas Thon, aus Muschelschalen erhalten wird, der beim Löschen sein Volum bedeutend vergröſsert, (aufgeht, gedeiht,) viel Wasser gebraucht, lange Zeit gleichsam fettig, schlüpfrig bleibt, und bei der Bereitung des Mörtels viel Sand verträgt. Ein aus Kalkspath, Marmor gebrannter Kalk erhitzt sich weit mehr, als ein aus dichtem Kalkstein gewonnener, geht schneller auf, und giebt stets viele harte Körner beim Löschen. Magern Kalk, *chaux*

chaux maigre, nennt man denjenigen, welcher viel (15 bis 30%) fremde Substanzen, namentlich Magnesia, Eisenoxyd, etwas Thon enthält; er besitzt meist eine gelblich-graue Farbe, erfordert weniger Wasser beim Löschen, geht weniger auf, fühlt sich körnig an, ist weniger schlüpfrig, weniger bindend, verträgt weniger Sand, als erster, verliert, wenn er gelöscht aufbewahrt wird, seine Geschmeidigkeit. Jeder unvollkommen gebrannte, sonst ziemlich reine Kalk, gehört auch zur Klasse des magern Kalks. Hydraulischer Kalk, *chaux hydraulique, hydraulic lime,* wird derjenige Kalk genannt, welcher die Eigenschaft besitzt, unter Wasser zu erhärten, weshalb er beim Wasserbau wichtige Anwendung findet. Er enthält zwischen 8 und 25% vornämlich Thon, (Kiesel- und Thonerde), etwas Magnesia, Eisenoxyd, Manganoxydul, geht mit Wasser befeuchtet nicht auf, verschluckt aber gepülvert das Wasser, ohne bedeutend am Volum zuzunehmen, und ohne bedeutende Wärmeentwickelung, giebt einen kurzen Teig, der unter Wasser in wenigen Tagen erhärtet, an der Luft dagegen nur eine geringe Festigkeit erlangt. *Smeaton* war der erste, welcher diese merkwürdige Eigenschaft bemerkte und 1759 beschrieb.

Analysen einiger Arten Kalksteine nnd des aus denselben gebrannten Kalks, von *Berthier.*

a) Analyse der Kalksteine.

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
Kohlensaurer Kalk	97,0	98,5	74,5	76,5	80,0
Kohlensaure Magnesia	2,0	—	23,0	3,0	1,5
Kohlens. Eisenoxydul	—	—	—	3,0	—
Kohlens. Manganoxydul	—	—	—	1,5	—
Kiesel- und Thonerde	—	—	—	} 15,2	} 18,0
Eisenoxyd	1,0	1,5	1,2		
	100,0	100,0	98,7	99,2	99,5

b) Analyse des gebrannten Kalks.

Kalk	96,4	97,2	78,0	68,3	70,0
Magnesia	1,8	—	20,0	2,0	1,0
Thon	1,8	2,8	2,0	24,0	29,0
Eisenoxyd	—	—	—	5,7	—
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

No. 1. Süſswasserkalk von Château-Landon, bei Némours. No. 2. Grobkörniger Kalkstein von Paris; beide liefern fetten Kalk. Dolomit giebt, obschon er 42% kohlens. Magnesia enthält, einen ziemlich fetten Kalk. No. 3. Kalkstein aus der Umgegend von Paris, einen magern Kalk liefernd, der keine hydraulischen Eigenschaften besitzt. No. 4. Sekundärer Kalkstein von Metz. No. 5. Kalkmergel von Sénonches bei Dreux, beide haben die Eigenschaft, unter Wasser zu erhärten, beson-

ders letzter, welcher in Paris viel gebraucht wird. — *Berthier* in D. p. J. Bd. 11. S. 350, 363.

Löschen und Aufbewahrung des Kalks. Man feuchtet den Kalk mit Wasser an, läſst ihn sich löschen, worauf man mehr Wasser zuleitet, und mit Haken oder Krücken durcharbeitet; zu wenig Wasser macht, daſs beim Löschen der Kalk nicht gehörig aufgeschlossen wird, man nennt es Verbrennen des Kalks, dabei steigt die Hitze bedeutend, wodurch die Kalktheile zusammenbacken; zu viel Wasser macht den Kalkbrei zu dünn. Weiches Wasser, möglichst frei von Salzen, ist besser, als Brunnenwasser, aus bereits oben Seite 343. angegebnen Gründen. In der Grube wird der Brei nach und nach steifer, die Kalktheile einigen sich vollkommner mit Wasser, wodurch der gelöschte Kalk an Güte zunimmt, wenn er nur vor dem Zutritt der Kohlensäure der Atmosphäre gehörig geschützt ist. Eingesumpfter Kalk muſs deshalb mit Sand bedeckt werden.

Nach angestellten Versuchen nimmt der Kalk beim Löschen zu Kalkbrei einen 3,2 bis 3,6mal gröſsern Raum ein. Rüdersdorfer Kalkstein gab von 1 Kubikfuſs $3\frac{1}{2}$ Kfuſs völlig steifen Kalkbrei, oder $160\frac{1}{4}$ Pfund Kalkstein $83\frac{1}{2}$ Pf. gebrannten Kalk, und dieser 281 Pf. steifen Kalkbrei, oder fast $3\frac{1}{2}$mal dem Gewicht nach mehr, als der gebrannte Kalk wog.

Eine andere Art des Löschens ist die, den Kalk blos kurze Zeit ins Wasser zu tauchen, und dann trocken sich zu Staub löschen zu lassen. Dadurch wird eine gröſsere Hitze entbunden, der Kalk aber nicht so fein aufgeschlossen, er backt mehr zusammen, und fühlt sich wie Sand an. Auch löscht man den Kalk mit Sand bedeckt, so daſs man den Sand benetzt, und wohl darauf achtet, daſs an keiner Stelle der Kalk ohne Sand mit der Luft in Berührung kommt; trocken gelöschter Kalk, *chaux étouffée*.

Der Gebrauch des Kalks ist sehr alt, und höchst mannichfaltig, erstlich, und vor allem andern, zur Verfertigung von Mörtel, zum Abputz, Anstrich; zur Bereitung von ätzendem Kali, Natron, Ammoniak, zum Behuf chemischer und technischer Prozesse, der Seifsiederei, Bleicherei, (Kalkmilch zum Büken des Kattuns), in der Gerberei zum Enthaaren der Kuh-, Kalb- und anderen Felle, zur Pergamentfabrikation; in der Färberei zum Anstellen der Blauküpen; zum Schäumen des Zuckersafts in den Kolonien, des Runkelrübensafts; zum Reinigen des Beleuchtungsgases, (so wie zur Reinigung anderer Gase im Kleinen); bei der Glasfabrikation, in der Landwirthschaft zum Kalken der Felder; zum Verschlucken des Wasserdampfs (bei der Aufbewahrung von Pulver), zur Verfertigung von Kitt mit Eiweiſs, oder frischen Käse, Blut; als Polirmittel (Wiener Kalk) u. a. m. — Kalkwasser wird in der Technik zum Enthaaren der Felle, Raffiniren des Zuckers u. a. m. gebraucht.

Unter Mörtel, *mortier*, *mortar-cement*, versteht man eine aus Kalk und verschiednen andern Mineralsubstanzen auf nassem Weg bereitete Steinmasse, welche theils zur Verbindung der Bausteine, theils zum Abputz etc. dient. Man unterscheidet Luftmörtel, *mortier aérien*, gemeinen Kalkmörtel, und Wassermörtel, *mortier hydraulique, béton*, hydraulischen M.

Der Luftmörtel kann nur da angewendet werden, wo Gebäude aufgeführt werden sollen, welche blos der Wirkung der Luft und Witterung, nicht aber dem Wasser, ausgesetzt sind, denn wenn er dem Wasser stets ausgesetzt ist, so wird der Kalk von letzterm aufgelöst und der Zuschlag losgeweicht. Gelöschter Kalk an sich allein verliert allmälig Wasser, zieht Kohlensäure an, und erhärtet an der Luft, zerklüftet sich aber sehr, und es würde auch, wollte man denselben allein anwenden, zu viel aufgehen. Man vermengt ihn deshalb mit irgend einem brauchbaren Zuschlag, welcher meistens in Sand besteht, und zwar Quarz-, Feldspath-, Glimmer-, Kalksand, Gruben-, Fluſssand, Steinsand von Steinmetzen, *recoupes de pierres*, von verschiedner Gröſse des Korns. Der Sand muſs rein, d. h. nicht mit Thon, Humustheilen vermengt sein, weder ganz fein, noch in zu groben Körnern, sondern es ist am besten, wenn die Gröſse des Korns verschieden, aber mehr vom feinkörnigen, als vom grobkörnigen. Je fetter der Kalk ist, desto mehr Zuschlag verträgt er, Mergel- und Muschelkalk erfordern eine weit geringere Menge Sand; Kalk aus Kreide gebrannt erfordert dagegen gerade mehr Zuschlag als Steinkalk. Auf 1 Kubikfuſs eingesumpften steifen Kalkbrei nimmt man $1\frac{1}{2}$, 2 bis $2\frac{1}{4}$ Kubikf. Sand, oder auf 1 Theil fetten Kalk 5 bis 6 Theile Sand dem Gewicht nach. Zu wenig Sand giebt einen schlechtern Mörtel, der Ueberschuſs an Kalk verschlechtert denselben. Der Mörtel darf nicht zu dünn, d. h. mit zu viel Wasser angefertigt sein, keine Kalkstreifen zeigen, ein Beweis, daſs er nicht gehörig gemengt ist. Beim Antragen müssen die zu verbindenden Steinflächen hinlänglich mit Wasser genetzt werden, damit die porösen Steine den Kalkmörtel nicht schleunig austrocknen, und dadurch den Prozeſs der Erhärtung stören.

Die bindende Kraft des Luftmörtels erklärt man also: vermöge der Adhäsionskraft, welche der Sand gegen den Kalk, und so auch die Oberflächen der Mauersteine gegen jene ausüben, haftet derselbe an ihnen, und beim allmäligen Zusammentrocknen des Kalkhydrats bildet sich ein festwerdendes Konglomerat, indem zugleich allmälig Kohlensäure verschluckt und basisch kohlens. Kalk neben dem Kalkhydrat sich bildet. Es kann auch wohl unter Umständen fast alles Wasser entweichen, und durch Kohlensäure ersetzt werden. Der Kalk wirkt auf den Sand nicht chemisch ein, wie

man früher zu glauben geneigt war. Schnelles Austrocknen ist dem Mörtel nachtheilig, eben so heftiger, schnell eintretender Frost.

Zur Verfertigung von Wassermörtel bedient man sich verschiedner Methoden.

1) Man setzt dem fetten Kalk verschiedne Zuschläge bei, welche demselben die Eigenschaft ertheilen, im Wasser zu erhärten; man nennt dieselben Cämente, chemische Zuschläge, *cimens.* Diese Cämente enthalten kiesels. Verbindungen, welche häufig in der Natur anzutreffen und so beschaffen sind, dafs der Kalk entweder gerade zu auf dieselben einwirken, und ein in Wasser erhärtendes Produkt geben kann, oder dafs sie leicht durch Brennen für sich oder mit etwas Kalk in diesen Zustand versetzt werden können. Statt dieser Naturprodukte kann man auch verschiedne Kunstprodukte anwenden, welche Silikate enthalten. Dahin gehören als Naturprodukte: Puzzolane, Trafs, Bimmsstein, Basalttuff, Pausilipptuff, Peperin, gebrannter Basalt, Wacke, Klingstein, Thonschiefer, (Erdschlacken); als Kunsterzeugnisse: gebranntes Töpfergeschirr, Porzellankapselscherben, (Charmotte), Ziegelmehl, Hohofenschlakken, gebrannter Thon, Alaunschiefer etc.

Puzzolane, *Pozzolana*, vulkanischer Tuff, ist eine lockere, weiche, fast zerreibliche, aschgraue, gelblichbraune, schwarze, glanzlose Masse, im Bruch theils feinkörnig, eben, theils erdig, bald ziemlich frei von Einmengungen, bald verschiedne Fossilien und Felsarten einschliefsend, von deutlicher Schichtung. Es ist ein vulkanisches Produkt, welches, fortgeschwemmt von Wasser, an entferntern Orten sich abgelagert hat. Die Puzzolane bildet zusammenhängende Hügel von ziemlicher Ausdehnung an der südwestlichen Seite der Apenninenkette, in der Gegend von Rom bis gegen die Pontinischen Sümpfe und Viterbo, Bolsena; in der Gegend von Neapel, Puzzuolo, woher der Name; auch findet sich vulkanischer Tuff in der Auvergne, Vivarais, Martinique. Nach *Berthier* besteht die italienische Puzzolane aus: 44,5 Kieselerde, 15,0 Thonerde, 8,8 Kalk, 4,7 Magnesia, 1,4 Kali, 4,1 Natron, 12,0 Eisen- und Titanoxyd, 9,2 Wasser.

Berthier in K. A. f. B. u. H. Bd. 18. S. 231. — Annal marit. et coloniales 1828 II. part. p. 76.

Duckstein, *pierre de tuff*, eine erdige, schmutzig-gelbe, ins Graue und Braune ziehende, poröse, auch mehr oder minder dichte Masse; man findet in derselben eingemengt Bimmssteinrollstücke, weniger häufig Basalt-, Trachytbrocken, Schlackentrümmer, Baumstämme, Pflanzentheile; er findet sich in Bänke von einigen Fufs Mächtigkeit abgetheilt. Der Duckstein ist ein vulkanisches, durch Wasser aufgeschwemmtes Konglomerat, füllt Thäler aus, Lager von 10 bis 20 Fufs Stärke bildend. Man findet denselben in den

Schiefergebilden des Rheinufers eingelagert, gröſsere und kleinere Spalten desselben erfüllend, besonders im Brohlthal, Netterthal, in der Gegend um Andernach, bei Pleit, Rheinbrohl, Cruft, Tönisstein, in Baiern zu Monheim, im Norden von Irland. Er besteht aus: 57,0 Kieselerde, 16,0 Thonerde, 2,6 Kalk, 1,0 Magnesia, 7,0 Kali, 1,0 Natron, 5,0 Eisen- und Titanoxyd, 9,6 Wasser. Er wird gepocht oder gemahlen, und heiſst dann Traſs, *traas, tarras,* es ist aber besser ihn erst kurz vor dem Gebrauch zu mahlen, da er sonst an der Luft liegend an seiner Kraft verliert.

v. Oeynhausen u. *v. Dechen* in K. A. f. B. u. H. Bd. 11. S. 414. — *Berthier* das. Bd. 18. S. 231.

Die Quantitäten dieser beiden am meisten angewendeten Cämente, um mit fetten (oder magern) Kalk Wassermörtel zu bereiten, sind nach Maſsgabe der verschiednen Güte derselben und der Qualität des Kalks verschieden; magerer Kalk enthält schon Cäment in sich, bedarf weniger. Oft setzt man noch Sand, Steingrus mit hinzu, wodurch eigentlich ein Gemisch von Wassermörtel und Luftmörtel entsteht.

Wassermörtel erhärtet schnell an der Luft, binnen 12 Stunden, bekommt aber Risse, unter Wasser erfolgt das Erhärten langsamer binnen einigen Tagen, es geschieht aber gleichförmiger, ohne Risse und Spalten. Dies erklärt sich daraus, daſs unter Vermittelung von Wasser der feuchte Kalk das lockere Cäment, ein Silikat von Thon-, Kalkerde, (Magnesia), Eisenoxydul, allmälig chemisch aufschlieſst, und sich damit chemisch verbindet.

2) Man wendet zur Erzeugung von hydraulischem Mörtel hydraulischen Kalk an, welcher ein Cäment bereits in sich hat, indem er kiesels. Kalk und kiesels. Thonerde, Magnesia, (Eisenoxydul) enthält. In diese Kategorie gehören alle Thon haltende Kalksteine, welche über 20 bis 30^{0}_{0} Thon- und Kieselerde enthalten, namentlich die Kalkmergel. Thonerde, Magnesia allein reichen zu diesem Zweck nicht aus, es muſs hauptsächlich Kieselerde vorwaltend vorhanden sein; Eisen- und Manganoxydul spielen dabei keine aktive Rolle. Durch schwaches Brennen wird nur ein Theil Kohlensäure verflüchtigt, und wenig Kalk mit dem Thon verbunden, es hat sich ein Thon-Kalksilikat von wenig Kalkgehalt, ferner basisch kohlens. Kalk erzeugt. Brennt man aber stark, was bei groſsem Gehalt an Thon nicht ohne Todbrennen geschehen kann, so wird alle Kohlensäure ausgetrieben, und sehr viel Kalk mit dem Thon vereinigt, so daſs nur sehr wenig freier Kalk überbleibt; dann besteht das Produkt aus einem Gemeng von Aetzkalk und einem Thon-Kalksilikat, welches viel Kalk enthält. Kalkmergel von mittlern Gehalt an Thon kann schon ein stärkeres Feuer vertragen und verhält sich in der Regel am besten. Nicht jeder Mergel von gleichem Thongehalt wird, gleichmäſsig behandelt, einen

Digitized by Google

gleich guten hydraulischen Kalk liefern, der Grund liegt hauptsächlich in dem Verhältniſs der Kieselerde, der physischen Beschaffenheit des Thons, den beigemengten Substanzen etc. Ein Gehalt an Magnesia, Gyps schadet nicht.

Hierher gehört auch der sogenannte **Römische Cäment**, *Roman Cement*, *Ciment romain*, welcher zuerst in London verfertigt wurde. Ein gewisser *Parker* nahm 1796 auf die Darstellung eines Wassermörtels ein Patent, verband sich später mit *White* und sie fertigten den Cäment unter dem Namen *Parker's* Cäment. 1801 entstand die Fabrik von *Francis & White* in London, seitdem noch viele andere, unter andern die von *Francis*, *White & Francis*, welche den Vorrang vor allen andern Fabriken in London verdient, und die gröſsten Geschäfte macht.

Das Fossil, welches zur Cämentbereitung angewendet wird, nennt man in England gewöhnlich **Cämentstein**; es sind Kalksteinnieren, die einzeln in mächtigen Thonlagern liegen. Sie kommen meistens in denjenigen Thonschichten vor, welche mit den Kalksteinbänken der Oolithenformation wechseln, und in derjenigen Thonschicht, die über der Kreide liegt, und *London clay* heiſst. Wo nicht besondere Umstände die Gewinnung dieser Nieren erleichtern, können sie nicht gewonnen werden, da sie einzeln zerstreut im Thon liegen; an der Meeresküste wird aber der Thon zerstört, und die Nieren in groſser Menge lose an den Strand getrieben, wodurch ihre Gewinnung sehr erleichtert wird. Man findet sie in Somersetshire, Derbyshire, Yorkshire, Glamorganshire, auf den Inseln Wight, Thanet, Sheppy, an den Ufern und im Bett der Themse. (Man nannte sie ehedem auch *Septaria*, *Ludus Helmontii*, *Dés de Van-Helmont*). Aehnliche Kalknieren kommen auch bei Neustadt-Eberswalde, auf Rügen am Abhang bei Arcona im Thon vor; auch bei Antwerpen, wo man sie bereits benutzt, in Baiern bei Altdorf, Kulmbach. Von ähnlicher Beschaffenheit ist auch der *Plâtre-Ciment* von Boulogne, (siehe weiter unten).

Diese Kalksteinnieren sind theils faustgroſs, theils von der Gröſse eines Menschenkopfs, gelblichgrau, braun, mit Adern von Kalkspath durchzogen, nicht selten im Innern hohl und mit Kalkspathkrystallen drusenartig ausgefüllt; specifisches Gewicht der englischen 2,59.

Analyse einiger Cämentsteine und des daraus gefertigten Cäments.

a) der Cämentsteine.	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
Kohlens. Kalk	65,7	61,6		82,9	63,8
— Magnesia	0,5	—		—	1,5
— Eisenoxydul	6,0	6,0		} 4,3	11,6
— Manganoxydul	1,6	—			—
Kieselerde	18,0	15,0		13,0	14,0

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
Thonerde	6,6	4,8		Spuren	5,7
Eisenoxyd	—	3,0		—	—
Wasser	1,2	6,6		—	3,4
b) Des Cäments.					
Kalk	55,4	54,0	55,0		56,6
Magnesia	—	—	—		1,1
Thon	36,0	31,0	38,0		28,1
Eisenoxyd	8,6	15,0	13,0		13,7

No. 1. Englischer Cämentstein *Berthier*. No. 2. Cämentst. von Boulogne *Drapiez*. No. 3. Englischer Cäment nach *Dary*. No. 4. Kalknieren von Arkona, *Hühnefeld* in E. J. Bd. 6. S. 101. No. 5. Cämentstein von Avallon, *Dumas* in dem B. d. l. s. d'E. 1832. p. 288.

Der Cämentstein wird in England in Schachtöfen, (auch in Meilern) gebrannt, fein gemahlen, gesiebt und in Tonnen verpackt; die Farbe ist dunkel-braunroth. Beim Anmachen mit Wasser saugt der Cäment wenig Wasser ein, erwärmt sich wenig, und erhärtet in ganz kurzer Zeit; man mengt ihn mit Sand in verschiednen Verhältnissen, und verarbeitet ihn schnell. Er wird in England bei Wasserbauten angewendet, bei uns zur Abhaltung von Feuchtigkeit aus dem Erdboden in die Mauern eines Gebäudes, sowohl als Mörtel, als auch als Abputz; zum Gesimsziehen, zum Wölben, wo die Gewölbe dem Einregnen ausgesetzt sind.

Von ähnlicher Beschaffenheit ist der *Plâtre-ciment* von Boulogne-sur-mer; man fand dort einen thonhaltenden Kalkstein in losen Geschieben, *galets de Boulogne*, am Meeresufer in einer geringen Breite, von rostbrauner Farbe, hart, schwer zerbrechlich, specif. Gewicht 2,16. Das Vorkommen ist selten, weshalb man jetzt nicht mehr die Geschiebe zur Verarbeitung einsammelt. — *Ciment de Pouilly* wird aus einem dem Jurakalk angehörigen Kalkstein angefertigt, welcher 39$\frac{2}{0}$ Kiesel-, Thonerde, Magnesia, Eisenoxyd enthält; nach in Paris und Cherbourg angestellten Versuchen zieht man denselben dem *Roman-cement* vor. — Man hat in neuerer Zeit in manchen andern Ländern gleichfalls hydraulischen Kalk entdeckt, in Rufsland, Schweden, der Schweiz, Italien, Deutschland etc.

3) Ehe man die Erfahrung gemacht hatte, dafs ein thonhaltiger Kalkstein, der zur Bereitung des Wassermörtels sich eignet, häufig vorkommt, suchte man dem Mangel an solchem dadurch abzuhelfen, dafs man künstlich aus Kalk und Thon ähnliches Material zu erzeugen suchte, *chaux hydraulique artificielle. John* und *Vicat* haben dazu Vorschriften ertheilt. Man bedient sich hiezu theils der Kreide, theils des Steinkalks, welchen man, letzterm gelöscht, in einem gewissen Verhältnifs Thon zusetzt, daraus ein inniges Gemeng macht, Ziegel formt, trocknet, und mäfsig brennt. *Vicat* lehrt auf 4 Theile Kreide 1 Theil trocknen Thon zu neh-

men; ist der Kalk mager, so muſs nach Verhältniſs die Thonmenge vermindert werden. Man ist öfters in neuerer Zeit davon abgegangen, Kalk und Thon gemengt zu brennen, und hat lieber die Methode vorgezogen, Cäment dem Kalk zuzusetzen.

In Paris wird der künstliche hydraulische Kalk von *St. Légere* vielfältig angewendet, welcher in Meudon nach *Vicat*'s Angaben gefertigt wird. Er enthält nach *Berthier* gebrannt: 74,6 Kalk, 23,8 Thon, 1,6 Eisenoxyd.

Einige besondere Mörtelarten zum Abputz bei feuchten Wänden.

Dihl's Kitt, *Mastic de Dihl*, wird aus Porzellankapselscherben angefertigt, welche zum feinsten Pulver gemahlen werden; man trägt dasselbe mit Leinölfirniſs auf. Statt der Porzellankapseln kann auch anderes gebranntes Töpferzeug, Scherben von Schwefelsäure-, Scheidewasserflaschen, irdnen Röhren, Ziegelsteinen gebraucht werden, letztere aber sind am wenigsten gut. — *Hamelin*'s *mastic*, *lithic paint*, wird in England zum Abputz der Façaden, zu äuſsern und innern Verzierungen gebraucht, um feuchte und salpetrige Wände damit zu bekleiden; er haftet auf Stein, Ziegel, Holz, Metall; man trägt ihn mit Oel auf, und zwar 1 Centner mit 4,1 Quart Oel. Er wird aus 50 Maaſs Kieselsand, 50 Kalkmergel *(pierre tendre)* und 9 Bleiglätte und Mennige gefertigt. — Kalkhydrat mit Fischthran oder Leinöl gemengt, giebt einen auf Holz festsitzenden Anstrich, der gegen Feuchtigkeit schützt. — Bituminöser Kitt, *Mastic bitumineux*, mit Mineraltheer, flüssigem Erdpech bereitet; von diesem beim „Erdpech" im II. Band das Weitere.

Literatur über Mörtel, Cäment.

Auſser den bereits vorn Seite 399. angeführten Schriften: *John* über Kalk und Mörtel, Berlin 1819. 8vo. — *Vicat recherches experimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires.* Paris 1818. 4to. — *Vicat résumé des connaissances positives actuelles sur la fabrication des mortiers et ciments calcaires.* Paris 1828. 4to. — *Berthault-Ducreux théorie et pratique des mortiers et ciments romaines*, Paris 1833. 8vo. — Die vielen Aufsätze von *Vicat* sind in *Dingler*'s Journal zerstreut, namentlich in Bd. 4, 7, 11, 12, 15, 17, etc. —

Treuſsart über Wassermörtel, D. p. J. Bd. 15. S. 341. Bd. 21. S. 40. — Darstellung von Puzzolane u. Traſs, A. d. M. I. sér. T. 12. p. 233. — *Raucourt* das. T. 9. p. 909. Auſserdem in D. p. J. Bd. 31. S. 435. Bd. 32. S. 426. — *Beavan* Mörtel, D. p. J. Bd. 23. S. 558. — Oel und Thran machen d. Kalkmörtel schneller erhärten, das. Bd. 22. S. 361. — *Girard* über Puzzolanen das. Bd. 23. S. 60. Bd. 25. S. 404, 409. — *Tickel* das. Bd. 11. S. 249. — *Schübler* über die Eigensch. verschiedner Basalte, Trachyte zur Mörtelbereitung, S. n. J. Bd. 19. S. 140. — *Laurent* Mörtel mit Puzz., D. p. J. Bd. 26. S. 455. — Basalt als Zuschlag J. d. p. I. Bd. 1. S. 116. — Theorie d. Puzz., D. p. J. Bd. 26. S. 270. — *Ollivier* hydr. Kalk, das. Bd. 29. S. 294. — Theorie d. Mörtel und Cämente, Industr. T. 7. p. 124. — Kalksteinsand statt Quarzsand zum Luftmörtel, J. d. p. I. Bd. 15. S. 119. — *Fuchs* über Kalk und Mörtel, E. J. Bd. 6. S. 1, 132. Ferner in D. p. J. Bd. 49. S. 271. die gekrönte Preisschrift. — Hydr. K. in Ruſsl. das.

Bd. 36. S. 151. — *Polonceau* hydr. Mört. das. Bd. 35. S. 378. — *v. Prittwitz* hydr. Mört. zum Festungsbau in Posen, V. d. G. 1832. S. 53. — *Berger* Steinkohlenasche zum M., D. p. J. Bd. 44. S. 152. — Hydr. M. das. Bd. 48. S. 462.

Parolie oder Universalcäment, D. p. J. Bd. 8. S. 260, 378. Bd. 9. S. 125. Bd. 11. S. 251. — Russischer Cäm., das. Bd. 12. S. 375. — *Hawkins* über röm. Cäment, das. Bd. 23. S. 65. — *Marsh* Cäm. auf Holz, B. d. l. s. d'E. 1828. p. 336. — Röm. Cäm. von *White* etc. V. d. G. 1829. S. 123. — *Pasch* über Mört. u. Cäm., E. J. Bd. 1. S. 394. 420. — *Dihl*'s Mastic, B. d. l. s. d'E. 1821. p. 84. — *Ciment de Pouilly*, *Roman cem.*, *Hamelins mastic*, *Plâtre-cim.* das. 1829 p. 317—330, 395. 1830. p. 194. — *Dutillet* röm. Cäm. Br. d'inv. T. 17. p. 316. — Versuche mit *Ciment de Pouilly*, und *Parker*'s Cäment im Hafen von Lorient, Annal. maritim. et colon. 1830. II. part. p. 282. — *Lefebure*'s Cäm., D. p. J. Bd. 51. S. 155.

Ueber Kitte, *Mastic*, zum Gebrauch zwischen und auf Steinflächen, *Souillard* in dem B. d. l. s. d'E. 1821. p. 121. — *Frost* in D. p. J. Bd. 11. S. 117. — *Dobbs* versch. wasserdichte Kitte, Mörtel, das. Bd. 14. S. 234. — *Delatouche* Br. d'inv. T. 15. p. 210. — *Lampadius* Anstrich, Kitt, E. J. Bd. 9. S. 316.

Schwefelcalcium, *Sulfure de Calcium*, *Sulphuret of C.*, **Kalkschwefelleber**, (Schwefelkalk, *Sulfure de Chaux*, *Sulphuret of Lime*), (CaS), **Canton's** Phosphor, gewinnt man theils durchs Glühen von schwefels. Kalk mit $\frac{1}{7}$ Kohlenstaub, theils daſs man über glühenden Kalk Schwefelwasserstoffgas leitet, wobei auch noch Wasser entsteht.

Es besitzt eine röthlich-weiſse Farbe, löst sich sehr schwer in Wasser auf, verlangt 500 Theile zur Auflösung und wird dadurch kaum verändert, schmeckt nach faulen Eiern, alkalisch, setzt beim Abdampfen im luftleeren Raum weiſse Krystalle an, leuchtet, dem Tageslicht vorher ausgesetzt, im Finstern. Man erhält dieses Schwefelcalcium auch mit schwefels. Kalk verbunden dadurch, daſs man 2 Theile Kreide mit 1 Theil Schwefelpulver mengt, in einen Tiegel fest eindrückt, mit einer Lage Kreide überdeckt, und stark rothglüht. Hiebei findet derselbe Prozeſs statt, wie bei der Schwefelleber (siehe oben Seite 287). Die Kalkschwefelleber hat mit der Kalischwefelleber vieles gemein, entbindet beim Uebergieſsen mit verdünnten Säuren Schwefelwasserstoffgas.

Das höchste Schwefelcalcium, welches 5mal so viel Schwefel, als ersteres enthält, (CaS_5), gewinnt man durchs Kochen von gelöschtem Kalk mit Schwefelpulver und Wasser; dabei erzeugt sich unterschwefligs. Kalk und auch ein niederes Schwefelcalcium. Man hat sich dieser Flüssigkeit in der Leinwandbleicherei als Ersatzmittel der Pottasche bedient, *O'Higgins*, ist aber bald davon zurückgekommen.

Chlorcalcium, *Chlorure de Calcium*, *Chloride of C.*, **salzsaurer Kalk**, *Hydrochlorate*, *Muriate de Chaux*, *H. M. of Lime*, (fixer Salmiak, *Sel ammoniac fixe*, *fixed sal-ammoniac*, **Homberg's** Phosphor), (CaCl), findet sich in der Natur im Steinsalz, Soolwasser, Meerwasser. Man gewinnt dasselbe auf Salinen aus der Mutterlauge, indem man die Chlormagnesium und Chlor-

calcium enthaltende Flüssigkeit mit kohlens. Kalk zersetzt, wobei kohlens. Magnesia niederfällt, und Chlorcalcium aufgelöst bleibt. Eben so erhält man bei der Bereitung von Salmiakgeist und kohlens. Ammoniak aus Salmiak Chlorcalcium, aber stets unrein, am reinsten durchs Auflösen von Marmor in Salzsäure.

Chlorcalcium krystallisirt mit 49,12 % Wasser verbunden in vier- und sechsseitigen, langen, gestreiften Säulen, schmeckt ekelhaft bitter, salzig, erwärmend, zerflieſst an der Luft sehr schnell, löst sich in der kleinsten Menge Wasser auf, erregt starke Kälte, löst sich auch in Weingeist, und macht, daſs er mit rother Flamme brennt. Es schmilzt in der Wärme in seinem Wasser, bläht sich dann auf und wird wasserleer; das wasserleere ist weiſs, schmilzt in höherer Hitze, leuchtet nach vorausgegangnem Bescheinen durch die Sonne im Finstern, zieht Wasser sehr begierig an und erregt mit Wasser benetzt Wärme, indem es sein Krystallwasser wieder bindet, sodann Kälte, wenn es die gehörige Menge aufgenommen hat; es absorbirt viel Ammoniakgas und schwillt dabei auf. Es besteht aus: 36,64 Calc. und 63,36 Chlor. Beide, das wasserleere und das krystallisirte, müssen aus angegebnen Gründen in luftdicht verschloſsnen, ausgetrockneten Gefäſsen aufbewahrt werden. Eine conc. Lösung von Chlorcalcium in Wasser kocht bei 125 bis 137°.

Man bedient sich des geglühten Chlorcalciums als eines hygroskopischen Körpers, um Gase zu trocknen, wasserfrei darzustellen, den Wassergehalt derselben zu bestimmen; um absoluten Alkohol darzustellen, indem man dasselbe mit sehr starkem Weingeist befeuchtet, und dann langsam ⅔ der aufgeschütteten Flüssigkeit abdestillirt; zur Darstellung von Chlorbarytium (siehe bei diesem), von Weinsteinsäure aus neutralem weinsteins. Kali, zur Reinigung des Boraxes. Das in festen Massen durchs Eindampfen erhaltne Salz wendet man zu Frostmischungen an, (hiezu taugt das geglühte nicht, weil es erst Wärme erzeugt); 3 Theile Chlorcalcium und 2 Schnee von 0° geben eine Kälte von — 36° R. Man hat Chlorcalcium zur Bereitung von Salmiak angewendet, als ein hygroskopisches Material zur Bereitung von Weberschlichte empfohlen, um das Austrocknen derselben zu verhüten, wodurch das öftere Reiſsen der Kettfäden bei feinem Garn unvermeidlich ist, es fand sich aber, daſs solche Schlichte bei feuchtem Wetter die Kämme schmutzig macht, der Festigkeit der Gewebe überhaupt nachtheilig ist. D. p. J. Bd. 41. S. 114. Man wendet Chlorcalcium ferner bei der Steindruckerei an, um das Feuchtbleiben der lithographischen Steine zu bezwecken; als Düngemittel für Felder, wozu magnesiafreie Bitterlauge angewendet werden kann, vorzüglich das sogenannte Düngesalz (siehe Seite 340.)

Basisches Chlorcalcium, basisch salzsaurer Kalk, *Souschlorure*

de Calcium, *Subchloride of C.*, ($CaCl + 3\dot{C}a + 15\dot{H}$), wird durchs Kochen von Chlorcalcium mit Wasser und Kalk erhalten, bildet sich auch bei der Bereitung des trocknen chlorigs. Kalks. Es krystallisirt aus einer heiſsen Auflösung in langen, flachen, farblosen Prismen, zersetzt sich mit Wasser und Alkohol in Berührung, welche Chlorcalcium auflösen, mit Hinterlassung von Kalkerdehydrat, an der Luft zieht letzteres Kohlensäure an; es besteht aus: 20,29 Chlorcalcium, 30,92 Kalk und 48,79W.

Fluorcalcium, *Fluorure de Calcium*, *Fluoride of C.*, fluſssaurer Kalk, *Hydroflute de Chaux*, *H. of Lime*, (CaF), kommt sowohl im Mineralreich als Fluſsspath vor, im Yttrocererit, in einigen Mineralwassern, als auch im Pflanzen- und Thierreich, im Schmelz der Zähne, in den Knochen.

Der Fluſsspath, *Spath fluor*, *Fluor spar*, krystallisirt in regelmäſsigen Oktaëdern, Würfeln, kommt auch derb vor, farblos, gelbgrün (böhmischer Smaragd), veilchenblau, grau, von starkem Glasglanz, durchsichtig, bis durchscheinend, specif. Gewicht 3,3 bis 3,09. Die Grafschaft Derbyshire in England ist wegen groſser Stücke berühmt, welche in der Odingrube bei Castleton gebrochen und geschliffen werden; man findet auſserdem Fluſsspath im böhmischen und sächsischen Erzgebirge, am Harz, in Tyrol, der Schweitz, Schweden, Ungarn, Sibirien etc. Der Fluſsspath hat meist die Eigenschaft, gepulvert, bei gelindem Erhitzen auf einem Metallblech, mit violetten oder grünen Licht im Finstern zu phosphoresciren, doch giebt es auch Fluſsspath, welcher diese Eigenschaft nicht besitzt; ausgezeichnet schön phosphorescirt der sibirische Fluſsspath, Chlorophan genannt, mit smaragdgrünem Licht, leuchtet auch nach dem Bescheinen durchs Sonnenlicht. Bei dem Erhitzen verknistert, zerspringt der Fluſsspath. Er schmilzt in gröſserer Hitze zu einem undurchsichtigen Glas, leichter bei einem Zusatz von Gyps, Schwerspath; das glasartige Produkt ist heiſs durchsichtig, wird aber beim Erkalten undurchsichtig. Concentrirte Schwefelsäure zersetzt bei niedern Temperaturgraden den gepulverten Fluſsspath nicht, bildet eine dicke, zähe, durchscheinende Masse, bei einer Erwärmung auf 40° hebt die Zersetzung an, wenn das Fluorcalcium rein ist, Fluſssäure wird gebildet und entwickelt. Weder Kali- noch Natronhydrat greifen Fluſsspath an, aber kohlens. Alkalien in der Hitze; seine Zusammensetzung ist: 52,29 Calc. und 47,71 Fluor (74,35 Kalk, 25,65 Fluſss.). Künstlich kann man durch Zersetzung des kohlens. Kalks mittelst reiner Fluſssäure Fluorcalcium bereiten; ein weiſses, körniges Pulver, geschmacklos, in Wasser äuſserst wenig löslich.

Man bedient sich des Fluſsspaths zur Darstellung der Fluſssäure (Kiesel- und Borfluſssäure) siehe oben Seite 251, als Zuschlag zum Schmelzen von Kupfer-, Eisenerzen, woher auch der Name Fluſsspath gekommen, indem derselbe durch seinen Kalkge-

halt zur Bildung der Schlacken beiträgt; mit Gyps und Schwerspath vermischt zum Email auf eiserne Kochgeräthe.

Kohlensaurer Kalk, *Carbonate de Chaux, C. of Lime,* ($\dot{Ca}\ddot{C}$), kommt im Mineralreich vor, mächtige Gebirgszüge bildend; auch im Thierreich zeigt sich kohlens. Kalk nicht selten, besonders in den Muschel-, Schnecken-, Eier-, Krebsschalen etc. Dagegen scheint er in Pflanzen nicht vorzukommen, denn der in der Asche sich findende kohlens. Kalk dürfte erst aus pflanzensaurem Kalk durchs Einäschern entstanden sein.

Der neutrale kohlens. Kalk kommt theils krystallisirt als Kalkspath und Arragonit vor, theils krystallinisch als weiſser Marmor, theils derb als Kalkstein, erdig als Kreide, Schaumkalk etc. Die Grundform der so zahlreichen sekundären Formen des Kalkspaths ist ein Rhomboëder von bestimmten Winkeln, die Grundform des Arragonits, welcher oft, aber nicht immer, etwas kohlens. Strontian enthält, ein Oktaëder; specif. Gewicht 2,6 bis 2,7. Kohlens. Kalk krystallisirt aus einer Auflösung des Aetzkalks in Zuckerwasser, in Folge der Einwirkung der Luft, in kleinen Rhomboëdern, auch bilden sich stalaktitenartige (tropfsteinartig gebildete) Massen aus Kalkwasser z. B. in der Chlorkalkküpe bei der Kattundruckerei, ganz so wie sie sich in Höhlen aus doppelt kohlens., in Wasser löslichen, Kalk erzeugen. Der kohlens. Kalk ist theils farblos, durchsichtig, theils weiſs, undurchsichtig, geruch- und geschmacklos, in 16000 Theilen reinem Wasser, dagegen viel leichter in kohlensaurem Wasser löslich, wodurch sich doppelt kohlens. Kalk bildet. Er giebt in heftiger Glühhitze die Kohlensäure ab, besonders wenn Wasserdämpfe mit im Spiel sind, und wird nicht todt gebrannt (hierüber vergl. das vorn Seite 399 Gesagte); stampft man aber gepulverten kohlens. Kalk in einen Tiegel ein und glüht, so giebt er kaum die Kohlensäure ab, wohl aber, wenn er in losen Stücken eingelegt wird. Er besteht aus: 56,29 Kalk und 43,71 Kohlens. — Legt man gebrannten Kalk an die Luft, so wird ein Theil davon sich mit Kohlensäure, ein anderer mit Wasser verbinden, und es entsteht beim Zerfallen desselben kohlens. Kalk + Kalkhydrat; nur sehr langsam verwandelt sich letzteres zum Theil in kohlens. Kalk.

Doppelt kohlensaurer Kalk, *Bicarbonate de Chaux, B. of Lime,* ($\dot{Ca}\ddot{C}_2$), findet sich sehr häufig in Mineral-, Brunnenwassern (den harten Wassern) aufgelöst, aus denen sich beim Verdunsten der Kohlensäure neutraler kohlens. Kalk absetzt, wie z. B. der Sprudelstein in Carlsbad, welcher auch unter andern ein wenig kohlens. Strontian enthält, der Tropfstein in Höhlen (Baumanns-, Bielshöhle am Harz). Deshalb setzt sich auch aus den harten, kalkreichen Brunnenwassern beim Sieden der sogenannte Topf-

oder Kesselstein ab, welcher die Töpfe, Kessel der Dampfmaschinen auskleidet, er besteht aus kohlen- und schwefels. Kalk (vergl. vorn S. 103); eben so in Wasserleitungsröhren, namentlich in metallnen.

Man entfernt aus den Kochgeräthen, Siedepfannen und Dampfmaschinenkesseln den Kalk von Zeit zu Zeit durchs Abklopfen, Ausbrechen mit eisernen Werkzeugen, was aber für die Haltbarkeit der Geräthe nicht vortheilhaft ist, da das Metall, die Vernietungen dadurch angegriffen werden. In einzelnen Fällen kann man sich der schwachen Salzsäure bedienen, welche den kohlens. Kalk auflöst, und den Gyps in Form eines feinen Pulvers scheidet; besteht jedoch der Pfannenstein aus Gyps allein, so kann Salzsäure nichts nutzen. Salzsäure kann überhaupt nur dann angewendet werden, wenn das Gefäſs nicht aus Eisen, sondern aus Kupfer, Blei oder ein irdnes ist, denn ersteres wird dadurch aufgelöst. Verhütet wird eine solche Kalkkruste in Dampfmaschinenkesseln durch Hinzuthun von Kartoffeln, Malz, welche zu einer schleimigen Masse zerkochen, und das Zusammenbacken der sich aus der Flüssigkeit niederschlagenden Kalktheilchen zu einer dichten Kruste verhüten. Man findet dann blos einen Kalkschlamm am Boden des Kessels, welcher abgelassen wird. Man hat auch die Bemerkung gemacht, daſs schon vorhandne Krusten durch Kartoffeln sich auflösen. Die Kalkkrusten sind schlechtere Wärmeleiter als das Metall, hiedurch wird nicht so schnell und so viel Wärmestoff an die Flüssigkeit abgesetzt, als wären die Metallflächen rein; es kann dadurch der Uebelstand entstehen, daſs, wenn die Krusten dick, und das Wasser mit dem Metall nicht mehr in unmittelbare Berührung kommen kann, das Metall glühend wird und dann plötzlich, durch sehr starke Ausdehnung des Metalls, die adhärirende Kruste reiſst, und Wasser von niederer Temperatur mit glühendem Metall in Berührung tritt, wodurch eine so plötzliche Dampferzeugung erfolgt, daſs Gefahr wegen Sprengung eintritt.

Um in metallnen Wasserleitungsröhren den Kalkniederschlag zu verhindern, hat man das von *Davy* zuerst im Groſsen angewendete Prinzip der elektro-chemischen Wirkung zweier Metalle in ihrer Berührung benutzt. *Dumas* rieth, um in bleiernen Röhren Kalkkrusten zu vermeiden, stellenweis eiserne Pfropfen einzusetzen; dadurch werden aber nur die Pfropfen (der + elektr. Faktor) schnell oxydirt, in kohlens. Eisenoxydul, Oxydhydrat verwandelt, während die erdigen Substanzen sich am oxydirten Eisen niederschlagen, ohne daſs das Blei oxydirt und gelöst wird. (Ueberhaupt sind bleierne Röhren, um Trinkwasser zu leiten, verwerflich, was schon die Römer wuſsten!)

Darcet in D. p. J. Bd. 22. S. 473. — *Dumas* in P. A. Bd. 8. S. 523.

Einiges über das Vorkommen des kohlens. Kalks im Mineralreich und die technische Benutzung desselben.

Kalkspath, Doppelspath (Isländ. Krystall), *Spath calcaire*, *Calcareous spath*, erscheint in einer groſsen Mannigfaltigkeit von sekundären Formen, (unter andern in 6seitigen Säulen, Doppelpyramiden) deren gemeinschaftliche Grundform ein bestimmtes Rhomboëder, theils farblos, durchsichtig, theils gelb, grau und anders gefärbt, von Glas- und Perl-

mutterglanz, doppelter Strahlenbrechung, specif. Gewicht 2,3. Auch zeigt sich Kalkspath in stänglig-abgesonderten Stücken, tropfsteinartig; er erscheint in Felsarten aller Bildungszeiten des Erdkörpers. — Durchsichtige Krystalle von rhombischer Gestalt werden zu Versuchen über doppelte Strahlenbrechung, Polarisirung des Lichts, dichter Kalkspath zur Darstellung von Kalk und Kalkwasser im Kleinen angewendet, auch brennt man wohl, wenn sich derselbe in Masse findet, Kalk im Groſsen aus ihm. — Arragonit krystallisirt in regelmäſsigen Oktaëdern, erscheint in nadelförmigen, spieſsigen Krystallen, Textur blättrig, ins Strahlige, muschliger Bruch, durchsichtig, doppelte Strahlenbrechung, farblos, gran- auch grünlichweiſs, lebhaft glasglänzend. — Faserkalk, tropfsteinartig, korallen-, staudenförmig, derb, verschieden gefärbt; wird nicht selten zu Schmucksachen verarbeitet.

Körniger Kalk, Urkalk (Kararischer Marmor), *Calcaire primitif*, *Marbre salin*, *granular Lime-stone*, von körnig-blättrigem Gefüge bis ins höchst Feinkörnige; weiſs (Statuenmarmor), gelb, grau und anders gefärbt, gefleckt, vielfarbig (architektonischer Marmor); durchscheinend, oft nur an den Kanten, zwischen Glas- und Perlmutterglanz. Er zeichnet sich unter andern dadurch aus, daſs man in ihm keine Versteinerungen findet. Man benutzt ihn zu Bildhauerarbeiten, architektonischen Werken, Zierrathen etc., zum Kalkbrennen, er liefert einen sehr schönen fetten Kalk, zur Entwickelung von kohlensaurem Gas, zu andern chemischen Präparaten. — Dichter Kalkstein, *Pierre calcaire compacte*, *compact Lime-stone*, kommt im Uebergangs- und Flötzgebirge in verschiednen Bildungsperioden vor. Derb, grau ins Gelbe, bläulichgrau, theils ohne Versteinerungen, theils enthält er solche in reichlicher Menge. Man bedient sich desselben als Baustein zu Fundamentmauern, zum Wasserbau; zum Chausséebau ist er zu weich, eben so als Pflasterstein, noch weniger zu Brandmauern; nicht bei Kloaken und Viehställen, weil er zur Salpeter- und Natronerzeugung geneigt ist. (Schwedische Flieſsen, plattenförmig brechender rother und bläulicher Kalkstein.) Man brennt aus dem Kalkstein den meisten Kalk, man gebraucht ihn als Zuschlag beim Schmelzen von Eisenerzen, beim Frischen des phosphorhaltigen Roheisens, zum Kalken der Felder etc.

Lithographischer Stein, dichter Kalkstein von licht-gelb- und rauchgrauer Farbe, bricht in horizontalen Platten von verschiedner Stärke, muschlig im Bruch, dicht und sehr gleichförmig im Gefüge, umschlieſst eine groſse Zahl mannichfacher Versteinerungen von Thieren und Pflanzen. Man findet ihn im oder auf dem Gebiet des Jurakalks, namentlich im Königreich Baiern zu Solenhofen, im Landgericht Monheim, 3 Stunden von Neuburg an der Donau. Neuerdings hat man in Frankreich zu Vermanton in Burgund, im Juragebirge bei Salins lithographischen Stein gefunden,

auch zu Damvant bei Pruntrut. Der lithograph. Kalkstein muſs von gleichem, feinen Korn sein, ohne Adern, Flecke, weiche Stellen; er darf von Stahlinstrumenten nur schwierig angegriffen werden. Der Gebrauch, den man von diesem Stein macht, wird schon durch den Namen angezeigt, auſserdem dient er auch zum Belegen von Fuſsböden, (in der Türkei).

Ueber den Steinbruch zu Solenhofen B. K. u. Gbl. 1820. S. 97, 105, 113. — *Lasteyrie* in D. p. J. Bd. 27. S. 144, 180. Bd. 30. S. 359. — B. d. sc. t. Tom. 11. p. 366. — A. d. ch. T. 40. p. 324. — A. d. l'i. fr. T. 3. p. 571.

Kreide, *craie, chalk*, Kalkmasse von theils fein-, theils groberdigem Bruch, theils weich, locker, theils ziemlich hart, von weiſser Farbe, ins Gelbliche und Graue. Reine Kreide enthält neben kohlens. Kalk ein wenig Thon, Eisenoxyd, nicht selten ist sie aber mergelig oder mit sehr feinkörnigem Quarzsand vermengt. Die Kreide enthält merkwürdige Versteinerungen, zeigt keine regelmäſsige Schichtung, wohl aber mächtige Bänke, enthält Lager von Feuerstein, meist in einzelnen Knollen, Thon und Mergel. Ihre Berge und Hügel ziehen sich in groſsen Strecken längs der Meeresküste der Niederungen des nördlichen europäischen Festlands, an der Nord- und Ostsee, oder in der Nähe derselben. So auf Rügen, an den Küsten von Jütland, Seeland (Insel Möen), in England besonders in York-, Wilthshire, Sussex, in Frankreich in der Champagne. Die Anwendung derselben ist vielfach und bedeutend; zum Kalkbrennen sehr gewöhnlich in England, die härtere als Baustein; zum Zeichnen, Schreiben, zum Anstrich, (zum Versetzen des Bleiweiſses), zum Grundiren von Pergament, Holz, welches vergoldet werden soll, zum Putzen metallner Gegenstände, zum Glassatz, zu Kitt. Zu verschiednen Zwecken muſs sie gereinigt, geschlemmt werden.

Fabriken für die Darstellung von Schlemmkreide sind in Berlin, Wien u. a. a. O., in Frankreich zu Meudon, Troyes, daher die Namen *Blanc de Meudon*, *Bl. de Troyes*, *Bl. d'Espagne.* Geschlemmte Kreide wird halbtrocken in Kuchen, kleine Cylinder geformt. — Bergmilch, Mondmilch, *Lait de lune*, *Moëlle de pierre*, *Agaric minéral*, *Rockmilk*, derb, theils schwammartig, theils locker verbunden, staubartig, gelblichweiſs ins Graue und Röthliche, mager anzufühlen. Nach einer Analyse von *Fabroni* enthält dieselbe kiesels. Magnesia, Thonerde, Kalkerde, Eisenoxydul. Er lehrte dieses Material zur Verfertigung schwimmender Steine, *briques flottantes*, anwenden, welche sich durch Leichtigkeit und schlechtes Wärmeleitungsvermögen auszeichnen; ein Ziegel von 7 Zoll Länge, $4\frac{1}{2}$ Breite, $1\frac{2}{3}$ Stärke wog $28\frac{1}{2}$ Loth, während ein gewöhnlicher Stein von gleichen Dimensionen 5 Pf. $13\frac{1}{2}$ Lth. wog. Sie sollen im Feuer unschmelzbar sein (!).

Süſswasserkalk, Kalktuff, gehören einer spätern Formation an, werden gleich den andern Kalkarten verwendet; letzter

Digitized by Google

dient zur Salpetergewinnung, (wie oben Seite 308. gezeigt worden ist).

Mergel, *Marne, Marl*, ein Gemeng von kohlens. Kalk, Thon und Sand in variablen Verhältnissen, theils fest, verhärteter Mergel, theils erdig, Mergelerde. Man unterscheidet Kalkmergel, *Marne calcaire*, von weiſser, gelblich-weiſser Farbe, erdigem Bruch, matt, zerblättert sich durch den Einfluſs der Witterung, zerfällt, liefert gebrannt einen magern selbst hydraulischen Kalk, (siehe vorn Seite 401) wird leicht todtgebrannt. Man gebraucht ihn theils zum Kalkbrennen, zum Mergeln der Felder von fetten, schweren Thonboden. Kalkmergel ist in der Mark Brandenburg nicht selten anzutreffen, in der Neumark, Pommern, Posen. — Thonmergel, *Marne argileuse*, mit vorwaltendem Thon, grünlichgrau, hellgrau, derb, auch erdig, besonders der thonreiche; saugt sich an die Zunge an, riecht beim Anhauchen stark thonig. Man wendet denselben theils zum Ziegelstreichen an (siehe unter dem Artikel „Ziegelbrennerei"), theils den derben zu Platten, zur Verbesserung des magern Kalk- und Sandbodens. — Sandmergel, *Marne sableuse*, Kalkmergel mit Sand innig gemengt, verhält sich wie dieser, findet im fetten, kalkreichen Thonboden nützliche Anwendung. Der Mergel ist meist deutlich geschichtet, bildet mehr oder minder mächtige Bänke, ist stets stark zerklüftet, und wird durch die Einwirkung von Luft und Regen leicht zerstört; er kommt im Flötzgebirge, als ein Glied älterer und neuerer Kalkformationen, nicht selten im aufgeschwemmten Land zwischen Sand- und Thonschichten vor. Er geht in dichten Kalkstein, Lehm, Sandstein über.

Dolomit, kohlens. Kalk + kohlens. Magnesia, kommt im Urgebirge vor, kann zu Kalk gebrannt werden, jedoch etwas schwerer, und giebt einen brauchbaren Mörtel, besonders für den Wasserbau, wie Versuche in England und Baiern gezeigt haben. Man bedient sich auch des magnesiahaltigen Kalksteins zur Gewinnung von kohlens. und schwefels. Magnesia (siehe bei dieser weiter unten), namentlich auch zur Entwickelung von Kohlensäure, wobei schwefels. Magnesia ein wichtiges Nebenprodukt ist. Für eine Anwendung in der Landwirthschaft ist der Dolomit wegen des Magnesiagehalts nicht passend.

Lithographisches Verfahren. Die Kunst auf Stein zu zeichnen, wurde von *Senefelder* in München gegen Ende des vorigen Jahrhunderts erfunden. Die Möglichkeit, auf diese Weise Abdrücke machen zu können, beruht auf folgenden Punkten: es haftet auf dem Kalkstein die harzig-fettige Materie, mittelst welcher man auf den Stein zeichnet, und nimmt die Druckerschwärze an; alle übrigen Stellen des Steins, welche nicht bezeichnet, nehmen keine Schwärze an, indem sie mit Gummiwasser genetzt sind. Druckt man nun den mit Schwärze überfahrnen Stein auf

auf Papier mittelst einer eigens konstruirten Presse ab, so erscheint ein Abdrnck der Zeichnung. — Die Steine werden in rechtwinklige Platten zersägt, die gröſsten sind 3 Fuſs lang, 2 F. breit, die Stärke 20 bis 24 Linien, sie werden mit Sand und Wasser geschliffen (siehe oben Seite 372), indem man einen über den andern schleifend hin und her bewegt, welches am schicklichsten in groſsen Anstalten durch Maschinen geschieht. (Zu diesem Zweck sind auch in Frankreich mehrere ausgeführt worden.) Man schleift dann die Steine, nachdem sie aus dem Groben bearbeitet sind, mit groſsen Stücken Bimmsstein und Wasser nach.

Man unterscheidet zwei verschiedne Manieren des Steindrucks, erhabne und vertiefte, erstere durchs Auftragen von fettig-harzigen Tinten, Kreiden, letztere durchs Stechen, Aetzen. Zum Zeichnen bedient man sich entweder der lithographischen Kreide, *crayon lithographique*, oder der Tinte, *encre lithogr.* Die Masse dieser fettigen Substanzen muſs fest am Stein haften, und weder durch das Aetzen des Steins mit verdünnter Säure, noch während des Abdrucks sich vom Stein ablösen, sie muſs einen solchen Grad von Konsistenz haben, daſs sich mit derselben die feinsten Linien ausführen lassen, ohne daſs sie wegen Sprödigkeit brechen, noch wegen Weichheit sich verschmieren.

Es giebt sehr viele Vorschriften zur Verfertigung von lithographischer Kreide; die Ingredienzien sind Wachs, Seife, (Talg, Wallrath, Schellack) Rus. Z. B. weiſses Wachs 4 Th., harte Talgseife, reiner Rindertalg, Schellack von jedem 2 Th., Rus 1 Th.; oder trockne Talgseife, weiſses Wachs von jedem 6 Th., Rus 1 Th. Aus dieser Masse, welche über gelindem Feuer geschmolzen und vereinigt wird, gieſst man mittelst einer Stängelchenform Stangen von der Form gewöhnlicher Zeichenstifte. — Lithographische Tinte verfertigt man aus: Wachs 16 Th., Schellack 12, Mastix 8, reinen Talg, harter Talgseife von jedem 6 Th., Rus 4, venetianischen Terpenthin 1 Th.; oder aus: Schellack 150 Th., trockner Talgseife, Mastix, gereinigter Soda von jedem 30 Th., Rus 12. Die geschmolzne und innig gemischte Masse gieſst man in Tafelform, und schneidet daraus vierkantige Stückchen.

Die Tinte muſs mit Wasser eine Emulsion geben, d. h. sich fein zertheilt mit Wasser innig mengen, so daſs sie gut aus der Stahlfeder, Ziehfeder flieſst. Man behandelt sie wie Tusch, und trägt sie auch mit dem Pinsel auf. Man bedient sich häufig, statt daſs man eine Zeichnung gleich auf Stein fertigt, was natürlich verkehrt geschehen muſs, damit beim Abdruck der Gegenstand richtig dargestellt wird, des sogenannten Ueberdruckpapiers, *papier autographique*, eines eigens zugerichteten Papiers, auf welches man mit einer besondern Kreide oder Tinte zeichnet oder schreibt, und nachmals das Gezeichnete oder Geschriebne auf den Stein abdruckt, so daſs sich die Zeichnung von dem Papier ablöst und auf den Stein übergeht. Zu dem Ende wird ungeleimtes Druckpapier mit Stärkekleister, welchem arabisches Gummi, Alaun und eine Abkochung von Gelbbeeren, um dem Papier eine Farbe zu geben, zugesetzt worden, heiſs überstrichen, getrocknet und gepreſst; 120 Stärkemehl, 40 arab. Gummi, 20 Alaun. Eine andere Vorschrift lehrt auf 32 Th. Stärkemehl 1 Th. Gummi Gutti zu nehmen.

Man zeichnet oder schreibt auf dasselbe mit einer Kreide oder Tinte, welche weicher und fettiger ist, als diejenige, deren man sich unmittelbar auf Stein bedient; trockne Seife, weiſses Wachs, von jedem 100 Th., Schellack, Mastix, von jed. 50 Th., Hammeltalg, Rus, v. j. 30 Th. Ist der Bogen bezeichnet, so wird er auf der Rückseite befeuchtet, und auf den bis zu 36° angewärmten Stein gelegt, mit Flieſspapier bedeckt, einigemal gepreſst, bis die Zeichnung sich gelöst und auf dem Stein sich befestigt hat. Das Papier klebt fest am Stein und wird durch Wasser abgelöst.

Die Steine werden, nachdem sie bezeichnet, sei es nun direkt, oder indirekt, mit sehr verdünnter Salpetersäure (100 Wasser, 1 Salpetersäure) geätzt, *acidulation*, um der Kreide und der Tinte das Alkali zu nehmen, wodurch die Masse fester und weniger in Wasser auflöslich wird, und die nicht bezeichneten Stellen von allem Steinstaub gereinigt, die Poren geöffnet werden, so daſs sie Wasser einsaugen können. Nach dem Aetzen nimmt man mit Wasser das erzeugte Kalksalz hinweg, und präparirt den Stein mit Gummiwasser, welches sich in die Poren einzieht, und bewirkt, daſs die damit getränkten Stellen keine Schwärze annehmen. (Nach *Chevallier* und *Langlumé* bereitet man eine Aetzflüssigkeit aus 6 Loth geschmolznen salzs. Kalk, den man in 19 Loth Regenwasser auflöst, filtrirt, mit dem aus 4 Loth arabischen Gummi gefertigten Schleim und 1 Loth reiner Salzsäure vermischt. Diese Flüssigkeit dient zugleich zum Aetzen, Gummiren, und erhält durch den salzs. Kalk, den sie enthält, die Steine, in deren Poren sie sich einzieht, stets feucht, was für den Druck sehr vortheilhaft ist.)

Die Schwärze, deren man sich zum Abdruck bedient, ist ganz analog der Buchdruckerschwärze, nämlich sehr dick eingekochtes Leinöl, mit Rus gemischt; man hat zweierlei, eine steifere und eine weniger dicke, erstere für Steine, die mit Kreide, letztere für Steine, welche mit Tinte bezeichnet sind. Das Auftragen der Schwärze geschieht mit Walzen wie in der Buchdruckerei, der Abdruck mittelst einer Presse eigner Einrichtung, auf angefeuchtetes Papier. Soll die Zeichnung von einem Stein ganz, oder theilweis weggeschafft werden, *effaçage*, so schleift man dieselbe im ersten Fall mit Sand ab, oder nimmt, im zweiten, mittelst eines Schabers den Theil hinweg. Beide Verfahrungsweisen sind gleich unbequem, und letztere besonders deshalb, weil stellenweis der Stein vertieft wird und es schwer hält, die neue Zeichnung ganz in Uebereinstimmung mit der verbliebnen zu bringen. Deshalb bedienen sich *Chevallier* und *Langlumé* einer Auflösung von Aetzkali in 3 Theilen Regenwasser, welche sie sowohl auf den ganzen Stein, als auch blos stellenweis auftragen, wodurch die fettig-harzige Masse aufgelöst wird. Auch bedient man sich des Terpenthinöls zu gleichem Zweck. Durch diese Verfahrungsweise werden die Steine sehr geschont, welche durch das Abschleifen, welches viel mehr Zeit und mehrere Arbeiter erfordert, stark abgenutzt wurden.

Oft tritt der Fall ein, daſs der Künstler retouchiren muſs, d. h. dies und jenes zufügen, verbessern. Ist aber der Stein schon mit Säure geätzt, gummirt, so würde sich die neu aufzutragende Kreide, Tinte mit

der ihres Alkalis beraubten Kreide und Tinte, welche auf dem Stein haftet, nicht verbinden. Zu dem Ende suchten die genannten Männer die letztere wieder zu alkalisiren, und so fähig zu machen, frische Masse anzunehmen. Sie bereiteten eine Auflösung von 1 Theil Aetzkali in 63 Th. Wasser, und befeuchteten damit die Stelle, welche retouchirt werden soll; selbst die sehr conc. Auflösung von Kali ist hiezu mit Vorsicht anwendbar, sie darf nur 2 bis 5 Minuten lang einwirken. Man spült dann die Flüssigkeit ab, läſst trocknen und zeichnet das nöthige hinein, säuert mit gummihaltender verdünnter Säure, und druckt ab. Mittelst dieses Verfahrens ist es dem Steinzeichner möglich, eben so wie dem Kupferstecher, Probedrücke zu erhalten, um zu sehen, wie die Zeichnung ausfällt, was früher nur sehr schwierig möglich gemacht werden konnte.

Die vertiefte Manier wird folgendermaſsen ausgeführt. Ein harter Stein wird mit Gummiwasser präparirt, dann mit Wasser abgewaschen, mit einer schwarzen oder rothen Farbe, die mit Gummiwasser bereitet, bestrichen, um die radirten Stellen erkennen zu können. Darauf wird mit einer Nadel oder Grabstichel die Zeichnung eingestochen, die Staubtheile mittelst trockner Pinsel weggenommen, und die vertieften Linien mit einer dünnen Druckerschwärze eingerieben, um die Farbe mit Wasser abwischen zu können. Man bedient sich auch der Aetzmanier, wie beim Kupferstich, besonders bei Landkarten, um bloſs eingeriſsne Zeichnungen mittelst Scheidewasser in den Stein zu ätzen. Zu dem Ende muſs der Stein mit dem sogenannten Aetzgrund überzogen werden, einer aus Wachs, Harzen und Talg gemischten Masse. Man kann verschiedne Töne erhalten, wie beim Aetzen in Kupfer, indem man die Stellen, welche schwache Tinten geben sollen, nach kurzer Einwirkung der Säure mit Deckgrund zudeckt, dann weiter ätzt, wodurch Mitteltöne erreicht werden, deckt, und zuletzt die tiefsten Töne durchs tiefere Aetzen erzeugt. Nach Vollendung des Aetzens wird die Säure abgegossen, mit Wasser abgespühlt, der Aetzgrund und Deckgrund mit Terpenthinöl aufgelöst. Eine eigne Manier ist noch die Aquatinta auf Stein, welche auf verschiedne Weise ausgeführt wird; das *lavis* von *Engelmann* mittelst Tampons.

Ist eine Steinzeichnung nach geschehenem Abdruck aufzubewahren, um sie später wieder zu benutzen, so wird die Zeichnung mit einer eignen konservirenden Farbe, *encre de conservation*, aus Wachs, Talg und Rus bestehend, eingerieben, oder aufgewalzt, um dem Erhärten der Zeichnung und daraus entstehender Sprödigkeit vorzubeugen, der Stein mit einer conc. Auflösung von Gummi (und Zuckerkand) genetzt, welches ihn theils vor Staub schützt, theils gelind feucht erhält. Er muſs an einem kühlen Ort aufbewahrt werden.

Al. Senefelder, vollständiges Lehrbuch der Steindruckerei. München 1818. 4to. Franz. Ausgabe, *l'art de lithographie*, *Paris* 1819. — *Brégeaut*, *Manuel de dessinateur et de l'imprimeur lithographe*, *Paris* 1827. — *Engelmann*, *Manuel de dessinateur lithographe*, *2e édit.*, *Paris* 1824. — *Hullmandel* in D. p. J. Bd. 12. S. 122. Bd. 25. S. 320. — *Engelmann* im B. d. l. s. d'E. 1821. p. 17. — *Ridolfi* im J. d. p. I. Bd. 6. S. 523. — *Pa-*

Digitized by Google

trelli das. Bd. 3. S. 418. — *Duplat* in den Brev. d'inv. T. 6. p. 51. — *Guillaud* etc. das. T. 10. p. 117. — *Houzeau* in D. p. J. Bd. 20. S. 542. — *Engelmann* Steindruck-Illumination, das. Bd. 22. S. 353. — *Laurent* das. Bd. 23. S. 253. — *Jomard* das. S. 256. — *Payen* in den A. d. l'i. fr. T. 1. p. 17. — *Chevallier* & *Langlumé* E. J. Bd. 4. S. 39. Bd. 6. S. 201. — *Chersky* im J. d. p. I. Bd. 14. S. 365. — *Nethercliffl* in D. p. J. Bd. 36. S. 229. — *Chevallier* das. Bd. 40. S. 412. — *Cruzel* das. Bd. 41. S. 143. — Bericht über die Preisbewerb. in Paris B. d. l. s. d'E. 1830. p. 450. — 1831. p. 567. in D. p. J. Bd. 44. S. 209. 1832. p. 474. — *Girardet* B. d. l. s. d'E. 1832. p. 208. — *Chevallier* in den A. d. l'i. n. T. 7. p. 91., 161. — *Lemercier* in D. p. J. Bd. 48. S. 287., 289. — *Gaultier de Claubry* das. Bd. 49. S. 227.

Schwefligsaurer Kalk, *Sulfite de Chaux*, *S. of Lime*, ($\dot{C}a\ddot{S}$), wird durchs Hineinleiten von schwefligsaurem Gas in Kalkhydrat erhalten. Ein weiſses Pulver, löst sich in 800 Theilen Wasser auf, verwittert langsam, verliert sein Krystallwasser, verwandelt sich an der Luft in schwefels. Kalk, besteht aus 47 K. und 53 schwefl. S. Das saure Salz, ($\dot{C}a\ddot{S}_2$), löst sich viel leichter in Wasser auf, krystallisirt aus der Auflösung in farblosen Säulen. Man bedient sich des neutralen Salzes wegen seiner Verwandtschaft zum Sauerstoff, seiner Umwandlung in Gyps, um die Gährung des Mosts zu verhüten, wenn man Traubenzucker verfertigen will; auch soll es das Umschlagen junger Weine verhüten.

Schwefelsaurer Kalk, *Sulfate de Chaux*, *S. of Lime*, Gyps, *gypse*, *gypsum*, ($\dot{C}a\ddot{S}$), kommt in der Natur vorzüglich im Mineralreich vor, desgleichen in Wassern gelöst, (harte Wasser siehe Seite 103); auch im Pflanzen- und Thierreich, obschon weit seltner. Man unterscheidet wasserhaltenden und wasserleeren, letztern nennt man Anhydrit, (wasserleer) auch Muriacit, weil er stets das Steinsalz begleitet; erster wird im krystallisirten Zustand Gypsspath, Marienglas, (Frauenglas, Fraueneis) genannt.

Der Anhydrit krystallisirt in geraden, rechtwinkligen Säulen, specif. Gewicht 2,7 bis 3,0, kommt auch strahlig und körnig vor, weiſs ins graue, gelbe, röthliche, durchscheinend bis undurchsichtig, findet sich im Steinsalz- und Gypsgebirge, in Salzburg, Tyrol, zu Bex in der Schweiz. — Gypsspath, Marienglas, *Selenite*, krystallisirt in schiefen, rechtwinkligen Säulen, farblos ins graue und gelbe, braune, zwischen Glas- und Perlmutterglanz, durchsichtig, specif. Gewicht 2,26, findet sich im Gyps- und Steinsalzgebirge, oft auch als ganz junges Gebild in verlaſsnen Grubengebäuden, in den ausgelaugten Alaunerzen (Freienwalde). Gyps kommt auch fasrig, schaumig, erdig vor, besonders aber körnig, Alabaster, von weiſser, gelblich-grauer, röthlicher Farbe, nicht selten gefleckt, gestreift, geadert. Den ans Dichte angränzenden körnigen Gyps nennt man Gypsstein, *pierre à plâtre;* er enthält mehrere Prozente kohlens. Kalk, theils keine organischen

Ueberreste, theils in reichlicher Zahl aus dem Thier- und Pflanzenreich; er ist der Zerstörung sehr unterworfen, zerklüftet sich, bildet Schlotten, bedingt Erdfälle. (Thongyps, ein aus Gypsspath, körnigem und fasrigem Gyps, mit Thon gemengtes und innig verwachsnes Gestein, grau von Farbe, zerfällt sehr leicht an der Luft zu unreiner Gypserde, welche man oft gleich unter der Dammerde antrifft; er gehört dem Muschelkalk oder der Formation des bunten Sandsteins an.)

Der Gyps ist sehr weit verbreitet und vielfach benutzt. Man bedient sich desselben zu verschiednen Zwecken: des Gypsspaths, in dünne Blättchen gespalten, als eines Stellvertreters für Glas, zum Putzen von Edelsteinen, Perlen, zum Gypsbrennen; des fasrigen Gypses zum Brennen, auch gepulvert als Streusand; des körnigen Gypses, Alabasters, zu Vasen, Uhrgehäusen, Verzierungen auf Holz, Tischplatten, Bildhauerarbeiten, nur müssen dieselben der Witterung nicht ausgesetzt werden, indem er sich auflöst; er ist leicht zu behauen, weich, nimmt aber schwieriger Politur an. Der Gypsstein wird auch als Dünger auf Wiesen, Kleefeldern angewendet, zu welchem Behuf man den Dornenstein der Salinen, den ausgelaugten Pfannenstein gebraucht. Gyps wird in der technischen Chemie unter andern zur Darstellung von schwefels. Ammoniak aus dem kohlens. Ammoniak benutzt, auch zur Porzellanfabrikation.

Das Brennen der Gypssteine geschieht entweder mit Holz geschichtet in Meilern, oder in Haufen, indem man die gröſsten Stücke zu einer Feuergasse zusammenstellt, die kleinern daneben und darauf schüttet, und mit Holz anfeuert; oder in niedrigen Schachtöfen, mit trichterförmig gestaltetem, nach unten verjüngtem Schacht, mit Steinkohlen schichtenweis aufgegeben. Bei uns bedient man sich eigner Oefen, nach Art der Backöfen eingerichtet, man heitzt sie mit Holz mäſsig an, wie jene, zieht die Brände heraus und bringt den Gypsstein hinein, breitet ihn auf der Sohle des Ofens aus, vermauert das Mundloch. Die zum Brennen des Gypssteins nöthige Temperatur ist höchstens 120°. Die Operation des Brennens erfordert viele Aufmerksamkeit, weil durch eine zu starke Hitze der Gyps tod gebrannt wird, d. h. nicht allein sein Krystallwasser verliert, welches der Zweck des Brennens ist, sondern anfängt zusammenzusintern, wodurch er dann mit Wasser angemengt sich nicht mehr löscht, erhärtet. Umgekehrt kann er aber auch zu wenig gebrannt sein, dann enthält er noch Wasser, und saugt daher mit Wasser befeuchtet nur wenig ein, erhärtet nicht gleichförmig. Nach dem Brennen wird der Gyps gemahlen, zu welchem Ende man an einer vertikalen Welle zwei vertikale Mühlsteine so befestigt, daſs dieselben beim Umdrehen der erstern in

einer Kreisbahn umherlaufen, und auf der Steinsohle den ausgebreiteten gebrannten Gyps zerkleinern; auch hat man Mühlen nach Art der Getreidemühlen, Quetschwalzen etc. Darauf wird der Gyps gesiebt in Fässer geschlagen, welche wohl vor der Nässe geschützt werden müssen, auch darf er nicht der Luft ausgesetzt werden, weil er Wasserdampf aus derselben anzieht.

Der Gypsspath ($\dot{Ca}\dddot{S}\dot{H}_2$), ist farblos, durchsichtig, der künstlich dargestellte Gyps ist weiſs und undurchsichtig, kann aber auch krystallisirt werden; er besitzt einen sehr wenig ausgezeichneten, faden Geschmack, löst sich in 460 Theilen Wasser, gleich ob es kalt oder siedend heiſs ist, nicht in Alkohol, besteht aus: 32,9 K., 46,3 Schwefels. und 20,8 W. Der gebrannte Gyps (Sparkalk) *Gypse cuit, plâtre (de Paris), plaster of Paris, boiled plaster*, enthält kein Wasser mehr, wodurch seine Verwandtschaft zum Wasser so gesteigert wird, daſs derselbe, mit Wasser zu einem Brei angerührt, sich erhitzt, Wasser bindet, und unter Vergröſserung seines Volums erhärtet; dies kommt davon her, daſs eine unzählige Menge kleinster Krystallkörner sich bildet. Je frischer der gebrannte Gyps ist, desto kräftiger und schneller bindet er, ist er aber schon etwas alt, so bindet er langsamer, dann hat er bereits etwas Wasser angezogen. In höhern Hitzgraden verliert der Gyps diese ausgezeichnete Verwandtschaft zum Wasser, (*perdre son amour* sagt der Franzos), und schmilzt endlich selbst zu einer undurchsichtigen, weiſsen, emailartigen Substanz. Er löst sich in conc. Schwefelsäure nicht auf, wird durch glühende Kohlen in Schwefelcalcium verwandelt, (siehe oben Seite 409., weshalb auch das Brennen zwischen Kohlen oder Holz keinen guten reinen Gyps liefern kann), welches beim Befeuchten mit Wasser einen Geruch nach faulen Eiern entbindet und durch allmäliges Ausscheiden von Schwefel gelblich wird. (Dies zeigt sich mitunter an gegypsten Wänden).

Der gebrannte Gyps findet hauptsächlich zu baulichen Zwecken Anwendung, aber auch zur Darstellung von Gegenständen der bildenden Künste.

Gypsmörtel, aus 2 Raumtheilen gebrannten Gyps und 1 Rmthl. Wasser; es ist nöthig, gleich beim Zusammenrühren das rechte Maſs des Wassers gegen den Gyps zu treffen, so daſs man weder Gyps noch Wasser hinzuzuthun nöthig hat. Dieser Mörtel muſs sogleich verbraucht werden, man darf nicht mehr fertigen, als man schnell verarbeiten kann. Wo der Gyps wohlfeil ist, bedient man sich des Gypsmörtels um die innern Wände der Gebäude damit aufzuführen, besonders wird er bei Gewölben, die der Nässe nicht ausgesetzt sind (Kirchengewölben), als Mörtel angewendet. Man braucht ihn zum Abputz berohrter Decken, Wände, zu Gesimsen, zum Ausputz der Fugen. An feuchten Orten verliert Gypsmörtel die bindende Kraft, daher taugt er nicht zum Ausstrei-

chen der Fugen zwischen Dachziegeln, Hohlziegeln etc., zum Vergieſsen von Fugen zwischen Werksteinen an Treppen, Balkons, da er hinnen wenigen Jahren aufweicht. Man bedient sich auch einer Vermischung von gelöschtem Kalk, Gyps und feinem Sand, mit Wasser zum Mörtel angemacht, um Verzierungen damit auszuführen; die Masse erhärtet langsamer, als reiner Gypsmörtel, deshalb läſst sie sich bequemer, als bloſser Gypsteig, ausarbeiten, formen. Die daraus zu bildenden Verzierungen werden auf den Kalkanwurf der Zimmer aufgetragen, überweiſst, oder bemalt.

Gypsmarmor, Stuck, *stuc*, *stucco*, eine aus gebr. Gyps und Leimwasser gebildete Masse, theils ungefärbt, theils mit verschiednen Pigmenten gemengt. Die Masse wird nach dem Erhärten mit Sand- und Bimmsstein, mit Tripel und Schleifstein geschliffen. Soll die Stuckaturarbeit dem vielfarbigen Marmor gleichen, so werden verschieden gefärbte Massen einzeln gefertigt, und dann untereinander gemengt. — Gypsestrich, aus Gypsmörtel gegoſsne Fuſsböden, bei uns nicht mehr üblich, wohl aber in Frankreich, Italien.

Um mittelst Gyps Büsten, Statuen, Vasen etc. zu gieſsen, bedient man sich des feinsten, aus Gypsspath, oder dem besten Gypsstein, körnigem Gyps, vorsichtig gebrannten Gypses. Im Kleinen macht man dies also: man thut den gepulverten rohen Gyps in einen Kessel, und setzt diesen über Feuer, so fängt der Gyps an sich zu bewegen, als wäre es Wasser, welches siedet; er verliert nämlich sein Wasser, und kommt durch die entweichenden Dämpfe in wallende Bewegung. So wie diese Bewegung aufhört, hat der Gyps seine Gahre. — Gyps mit Fluſsspath zusammengeschmolzen giebt eine weiſse, emailartige Masse, die man auch zum Emailiren guſseiserner Kochgeschirre anwendet. Man gebraucht den Gyps endlich auch noch als Zusatz zur Porzellanerde bei Anfertigung von Porzellanmasse, um durch das Schmelzen in der Gluth des Brennofens das Weichwerden, die angehende Schmelzung der Masse zu veranlassen, da sonst die Porzellanerde feuerfest ist; auch zur Glasurmasse wird Gyps zugesetzt; (siehe beim „Porzellan.")

Levallois Gypsöfen, A. d. M. I. sér. T. 7. p. 403. — *Tissot* Methode Gyps zu härten, D. p. J. Bd. 29. S. 447. Bd. 51. S. 75. — *Gay-Lussac* das. Bd. 34. S. 312. — *Payen* über Gypsbrennen, in E. J. Bd. 7. S. 471. — Ofen zum G.brennen, Brev. d'inv. T. 17. p. 253. — Gyps durch Schwefels. zu regeneriren, D. p. J. Bd. 44. S. 154. — *Emmet* Festwerden des rohen G. das. Bd. 49. S. 447.

Schwefels. Kalk + schwefels. Natron, ($\dot{Ca}\dddot{S} + \dot{Na}\dddot{S}$), Glauberit, Brongniartit, in Steinsalzmassen in Spanien.

Phosphorsaurer Kalk, *Phosphate de Chaux*, *P. of Lime*, ($\dot{Ca}_2\ddot{\bar{P}}$ + $4\dot{H}$), kommt als neutrales Salz in einigen Mineralwassern aufgelöst in kohlensaurem Wasser vor; man stellt denselben durch Präcipitation von Chlorcalcium durch phosphors. Natron dar. Ein krystallinisch-kör-

Digitized by Google

niges, in Wasser unlösliches Pulver, geschmacklos, besteht aus: 34,66 K., 43,44 Phosphors. und 21,90 W.

Basisch phosphorsaurer Kalk, a) ($\dot{C}a_8\ddot{\dot{P}}_3$), in den Knochen, Knochenerde, Knochenasche, *Cendres d'os, calcined bones,* gebranntes Hirschhorn, *Corne de cerf calciné, burnt hartshorn* (auch gebranntes Elfenbein genannt), Phosphorit im Mineralreich. Der phosphors. Kalk bildet einen Hauptbestandtheil der Thierknochen, kommt aber auch in flüssigen und festen Theilen des thierischen Organismus vor, so im Harn, im Eiweiſs, der Milch etc.

Aus den Knochen gewinnt man den phosphors. Kalk durchs Kalciniren, indem dadurch alle brennbaren Theile zerstört werden; die Knochen behalten dabei ihre Gestalt, werden aber beträchtlich leichter, (um etwa 37$\frac{0}{0}$) und mürb. Die Knochenasche ist nicht reiner phosphors. Kalk, sondern untermengt mit Kalk, Fluorcalcium, phosphors. und reiner Magnesia, kohlens. Natron; Knochenasche von Menschenknochen enthält 86,4, von Rindsknochen 90,7$\frac{0}{0}$ phosphors. und fluſss. Kalk. Will man die Knochenasche reinigen, so löst man sie in Salzsäure auf, und schlägt durch Ammoniak nieder, wodurch das phosphors. Kalksalz rein niederfällt.

Eine grauweiſse, pulvrige Masse, frisch gefällt gallertartig, trocknet zu harten Klumpen ein; die Knochenasche ist geruch- und geschmacklos, in Wasser unlöslich, löst sich dagegen sehr leicht in Salz- und Salpetersäure, Phosphorsäure auf, indem sich ein saures Salz bildet, welches leicht löslich ist; phosphorescirt in der Wärme, schmilzt in der Hitze zu einer porzellanartigen Masse. Der basisch phosphors. Kalk besteht aus: 51,68 K. und 48,32 Phosphors. — Man bedient sich der Knochenasche zum Putzen von Messing, zu Zahnpulver, zur Bereitung der Kapellen, auf denen man Silber unter der Muffel des Probirofens abtreibt. Aus Knochenasche und verdünnter Schwefelsäure verfertigt man sauren phosphors. Kalk, (siehe Seite 180.), aus diesem den Phosphor. Man setzt Knochenasche dem Glas zu, um Milchglas, und der Porzellanmasse, um durchscheinende Waare zu verfertigen, (englisches Frittenporzellan).

b) Apatit, Spargelstein, ($\dot{C}a_3\ddot{\dot{P}}$), krystallisirt in sechsseitigen Säulen, von grüner und blauer Farbe, durchscheinend, specif. Gewicht 3,0 bis 3,3, besteht aus 54,48 K. und 45,52 Phosphors., enthält meist Chlorcalcium.

Saurer phosphorsaurer Kalk, *Biphosphate de Chaux, B. of Lime,* ($\dot{C}a\ddot{\dot{P}}$), durchs Auflösen des neutralen oder basischen in irgend einer starken Mineralsäure; krystallisirt in blättrigen Krystallen, wird leicht feucht, zerflieſst, schmeckt sehr sauer, löst sich leicht in Wasser zu einer syrupartigen Flüssigkeit, (Alkohol zieht die freie Phosphorsäure aus, ein neutrales Salz hinterlassend),

schmilzt in der Rothglühhitze und erstarrt zu einem halbdurchsichtigen, farblosen Glas, besteht aus: 34,73 K. und 65,27 Phosphors.; dient zur Darstellung des Phosphors, zur Gewinnung reiner Phosphorsäure.

Boraxsaurer Kalk, *Borate de Chaux, B. of Lime*, ($\dot{Ca}\ddot{B}$), unlöslich in Wasser, schmilzt in der Hitze zu einer glasartigen Masse, besteht aus: 29 K. und 71 Bors. Mit kiesels. Kalk und Wasser verbunden im Datolith und Botryolith.

Chlorigsaurer Kalk, *Chlorite de Chaux, C. of Lime*, Chlorkalk, *Chlorure de C., Chloride of L.*, oxydirt salzs. Kalk, *Muriate de Chaux oxygèné, Oxymuriate of L.*, ($\dot{Ca}\bar{Cl}$), Bleichpulver, *Bleaching powder of Mr. Tennant,* welcher denselben 1798 bei Glasgow verfertigte, und beim Bleichen der Baumwollenzeuge anwenden lehrte; (seine Fabrik ist eine der gröfsten, in welchen dieses Präparat verfertigt wird, er verbraucht täglich dazu 400 Centner Kalk, und 1200 Ctnr. Steinkohlen zur Feuerung der Chlorentbindungsöfen). Man unterscheidet, rücksichtlich der verschiednen Anfertigung und Beschaffenheit, trocknen Chlorkalk (Bleichpulver) und flüssig dargestelltes Präparat; erstern bereitet man zum Verkauf, letztern dagegen nur zum Selbstgebrauch.

Zur Darstellung des trocknen Chlorkalks bedarf man einer Kammer, *combination-room,* in welcher Kalkhydrat ausgebreitet mit dem Chlor in Berührung gebracht wird; sie wird aus guten Werksteinen gebaut, z. B. 30 Fufs lang, 20 F. breit, 6 oder 12 F. hoch, die Fugen mit Harzkitt, (aus Pech, Harz und Gyps zu gleichen Theilen) verstrichen. An dem einen Ende ist eine hölzerne Thür, welche luftdicht verklebt werden kann, so wie in der Decke eine oder zwei grofse Oeffnungen, welche mittelst eines Wasserverschlusses luftdicht verschlossen werden können; sie dienen die Kammer zu lüften, wenn die Thür geöffnet ist. Ist die Kammer niedrig gebaut, so breitet man eine Schicht zu Pulver zerfallnen gelöschten Kalk von 3 bis 4 Zoll Höhe auf dem Boden derselben aus, und rührt ihn mittelst hölzerner Rechen, deren mehrere an den langen Seitenwänden angebracht und durch mit Kalk gefüllte Stopfbüchsen geleitet sind, von Zeit zu Zeit durcheinander. Sind aber die Kammern höher angelegt, so bringt man im Innern derselben Gerüste an, in welche, in geringen Zwischenräumen übereinander, Bretter eingeschoben werden können, auf welchen der zerfallne gelöschte Kalk minder hoch ausgebreitet liegt. In die so vorgerichtete Kammer leitet man das Chlorgas, welches sorgfältig entbunden (und gewaschen) worden, anfangs in gröfserer Menge, später, wenn die Absorption durch den Kalk sich vermindert, in geringerer Menge; das Gas tritt in der Decke der Kammer ein, da-

mit es sich niedersenke. Nach *Tennant*'s Verfahren sind 2 Tage (48 Stunden) Einwirkung hinlänglich, um den Chlorkalk zu fertigen. Nach einem andern Verfahren, um möglichst wenig Chlor zu verlieren, bringt man gleichzeitig auf den Brettern theils halbfertigen Chlorkalk, theils Kalkhydrat in die Kammer, und läſst 2 Tage lang Chlorgas einströmen, worauf man lüftet, das fertige Präparat gegen Kalkhydrat vertauscht, wieder 2 Tage operirt und so fortfährt. Jede Erwärmung des Präparats bei der Anfertigung ist möglichst zu vermeiden. — Man rechnet, daſs ein Centner Salz zum wenigsten $1\frac{1}{2}$ Ctnr. Chlorkalk liefern kann.

Erklärung. Der Kalk verschluckt im trocknen, wasserleeren Zustand kein Chlor, weshalb aller Kalk nothwendig als Hydrat angewendet werden muſs; durch das Chlor wird, wie bereits vorn Seite 303. beim chlorigs. Kali gezeigt worden ist, theils chlorigs. Kalk, theils Chlorcalcium gebildet, letzteres tritt mit einem Antheil Kalk in Verbindung, und bildet basisches Chlorcalcium, (bas. salzs. Kalk); chlors. Kalk bildet sich nicht. Das Präparat muſs in luftdichten Gefäſsen, an kühlen und dunkeln Orten aufbewahrt werden.

Der trockne Chlorkalk ist ein weiſses Pulver, von einem eignen schwachen Geruch nach chloriger Säure, (riecht nicht nach Chlor, sondern bestimmt davon verschieden), zieht an der Luft allmälig kohlens. Gas an, wodurch der freie Kalk in kohlens. Kalk sich umbildet, das neutrale Chlorcalcium Wasser anzieht, das Präparat feucht wird. Durch die Einwirkung der Kohlensäure wird aber auch Chlor entbunden, indem sich dieselbe mit der Kalkerde im chlorigs. Kalk verbindet, und die chlorige Säure ihren Sauerstoff an das Calcium des Chlorcalciums abtritt, wodurch sowohl aus der chlorigen Säure, als aus dem Chlorcalcium Chlor sich entwickeln muſs, indem die Kohlensäure an den Kalk tritt, doppelt kohlens. K. bildend. Uebergieſst man das Präparat mit Wasser, so löst sich der chlorigs. Kalk, das Chlorcalcium, auch ein wenig Kalk auf, und Kalkhydrat bleibt in ziemlicher Menge ungelöst zurück; der Niederschlag ist desto beträchtlicher, je unvollkommner die Bereitung war, je mehr Kalk der Wirkung des Chlors sich entzog, je mehr folglich basisches Chlorcalcium entstanden. Zur möglichst gesättigten Auflösung sind 10 Theile Wasser von 20° erforderlich. Wird auf das Präparat eine Säure in genugsamer Menge geschüttet, um eine vollkommne Zersetzung zu bedingen, so entbindet sich Chlor, indem derselbe Prozeſs eintritt, nur weit rascher, als durch die Kohlensäure der Atmosphäre; wird dagegen nur in kleinen Portionen Säure zu einer Auflösung des Chlorkalks hinzugefügt, wodurch nur ein Theil Kalk vom chlorigs. Kalk gebunden wird, so erzeugt sich saurer chlorigs.

Kalk, von beträchtlich stärkerer bleichender Kraft, ohne daſs Chlorgas entbunden wird.

Wird gut bereitetes Bleichpulver in einer Retorte trocken mäſsig erwärmt, so entweicht Chlorgas, zuletzt auch etwas Sauerstoffgas, Chloroxydulgas, und es bleibt dann chlors. Kalk, Chlorcalcium und Kalkhydrat zurück; der chlorigs. K. geht nämlich unter Entbindung von Chlorgas in chlors. Kalk über, welcher bei zunehmender Wärme auch zersetzt wird und Sauerstoffgas (Chloroxydulgas) entbindet. Der erhitzte Rückstand bleicht nicht mehr. Wenn man dagegen die klare Auflösung mit Ausschluſs des Tageslichts im luftverdünnten Raum abdunstet, so krystallisirt ein Salz, welches die Eigenschaft zu bleichen besitzt. Setzt man die Auflösung des Chlorkalks dem Tageslicht aus, so entbindet sich allmälig Sauerstoffgas, eben so auch durchs Erhitzen, Sieden, auch in Berührung mit organischen Körpern, wenn derselbe bleichend wirkt. Hiebei verwandelt sich der chlorigs. Kalk in Chlorcalcium; beim Sieden entsteht auch noch ein wenig chlors. K. — Der chlorigsaure Kalk besteht aus: 33,4 Kalk und 66,6 chloriger Säure.

Trockner Chlorkalk läſst sich in gut verschloſsnen Gefäſsen längere Zeit ohne Entmischung aufbewahren, transportiren, eignet sich daher zum Debit. Nach Versuchen, die in Mühlhausen angestellt wurden, ist die concentrirteste Auflösung des besten trocknen Chlorkalks von einer Dichtigkeit $=$ 16,5° *B.* (1,128), und entfärbt 300 Volum einer Indigauflösung von $\frac{1}{1000}$ Indigo.

Zur Gewinnung des flüssigen Präparats bedient man sich eines auf Tafel IV. Fig. 4. abgebildeten Apparats. Man leitet in dünne Kalkmilch einen langsamen Strom von Chlorgas, damit kein salzs. Gas unzersetzt mit übergehe, und rührt die Flüssigkeit beständig um. Hiedurch bildet sich mehr chlorigs. Kalk, als auf trocknem Weg, indem kein basisches Chlorcalc. sich erzeugt, sondern blos neutrales; eine Spur chlors. Kalk entsteht gleichfalls, und zwar desto mehr, je dicker die Kalkmilch ist, je rascher das Chlor eintritt, und je mehr dadurch die Temperatur während der chemischen Aufeinanderwirkung des Chlors und Kalks erhöht wird. Das Umrühren hat endlich auch noch den Zweck, daſs die noch nicht mit Chlor vereinten Kalktheile in stete Berührung mit demselben kommen, wodurch gleichfalls der Erzeugung von chlors. Kalk möglichst vorgebeugt wird.

Während der Prozeſs fortschreitet, wird sowohl die Temperatur der Flüssigkeit, als auch die Dichtigkeit derselben allmälig erhöht; nach Versuchen ist es räthlich, die Temperatur nicht über 30° bis 35° steigen zu lassen. Die höchste Dichtigkeit ist gleich 9½° *B.* oder 1,07 (nach Andern 1,097 bei 20°). Eine völlig gesät-

tigte Flüssigkeit von 9½° *B.* entfärbt 175 und von 9° *B.* 163 Volum einer Indigoauflösung von $\frac{1}{1000}$ Indigo. Aus einem Centner Steinsalz gewinnt man 27,15 preuſs. Kubikfuſs flüssigen Chlorkalk von 3° *B.* (1,021), (von 55 bis 60° nach *Gay-Lussac*'s Chlorometer), mit welchen 1200 Stück Kattune, zu 4½ Pf. Gewicht, gebleicht werden können. Nach Versuchen, die in Mühlhausen angestellt wurden, war eine Auflösung von gutem trocknen Chlorkalk ebenso gut zur Entfärbungsküpe brauchbar, als anderer auf nassem Weg dargestellter Chlorkalk. Eine Auflösung von 182 bis 190 Pf. besten englischen Chlorkalk ist in der Wirkung jenen 27,15 Kubikf. flüssigen Chlorkalk gleich, so daſs 1 Pfd. des erstern ungefähr 4 Quart des letztern von 3° *B.* giebt.

So wie das Präparat fertig ist, muſs es auch zum Gebrauch verwendet werden, denn es zersetzt sich unaufhaltsam durch die Kohlensäure der Luft, es bildet sich eine Haut von kohlens. Kalk, und Chlorgas entbindet sich; aber auch in einem von der Luft abgeschloſsnen Apparat zersetzt sich das flüssige Präparat, Sauerstoffgas entbindend.

Literatur über Chlorkalk. *Dalton* in S. J. Bd. 10. S. 445. Bd. 11. S. 36. — *Grouvelle* in S. n. J. Bd. 3. S. 428. — *Ure* das. Bd. 5. S. 183. — *Dingler* in seinem Journ. Bd. 26. S. 223. Bd. 29. S. 459. — *Phillips* das. Bd. 25. S. 73. — *Berzelius* in P. A. Bd. 12. S. 529. — *Schwarz* in den V. d. G. 1828. S. 214. D. p. J. Bd. 28. S. 289. — *Coulier* das. Bd. 32. S. 68. — Ueber d. Anwendbark. d. trockn. Chlork. zur Entfärbungsküpe, das. Bd. 38. S. 50. — *Michel* in dem Bullet. d. Mühlhausen T. 3. p. 215., 220.

Prüfung der Stärke des Chlorkalks. Schon oben Seite 190. ist gelehrt worden, wie man nach *Descroizelle*'s Angabe mittelst einer Indigauflösung die relative Stärke des Chlorwassers prüfen kann; ebenso geschieht auch die Untersuchung des Chlorkalks. Man zerreibt ein bestimmtes Quantum trocknen Chlorkalk, übergieſst ihn mit wenig kaltem Wasser, reibt ihn mit demselben wohl zusammen, gieſst die trübe Flüssigkeit in ein Glas, läſst abklären, wiederholt denselben Prozeſs mehrmals, bis man 10mal so viel Wasser angewendet hat, als der Chlorkalk wog. Darauf gieſst man von der klaren Flüssigkeit in den Prüfungscylinder Tafel I. Fig. 23. bis zum Nullstrich, und von der Indigosolution so lange dazu, bis die grüne Farbe eben verschwindet. Dieses Verfahren giebt nur die relativen Chlormengen in gleichen Quantitäten Chlorkalk, nicht die absoluten Mengenverhältnisse des enthaltnen Chlors an.

Um auch diese auf eine einfache Weise ermitteln zu können, bedient sich *Gay-Lussac* folgenden Verfahrens. Er löst besten Guatimalaindig in conc. Schwefelsäure auf und setzt so viel Wasser hinzu, daſs ein Volum trocknes Chlorgas, bei 0,76 Meter Luftdruck und 0° Wärme, ein 10fach gröſseres Volum jener Flüssigkeit entfärbt. Jedes einfache Volum nennt er einen Grad (= $\frac{1}{10}$ Volum Chlor), und theilt ihn in 10 Theile. Setzt man nun zu einem Maſs Chlorkalkauflösung so lange

Indigosolution hinzu, bis die blaue Farbe in eine blaſsgrünliche übergeht, so zeigt die Zahl der dazu nöthigen Grade den Chlorgehalt in $\frac{1}{10}$ Maſs an. Das Verfahren ist folgendes: Man wiegt 5 Gramme Chlorkalk ab, macht nach der so eben gegebnen Vorschrift eine Auflösung, setzt noch so viel Wasser hinzu, daſs alles genau ½ Liter beträgt, und rührt um. Man füllt mit der Probeflüssigkeit (Indigosolution) das Maſsgläschen, *burette*, Taf. I. Fig. 36. bis zum Nullstrich, welches in Grade und jeder Grad in Fünftel getheilt ist. Aus demselben gieſst man etwa 5° in ein Becherglas und hebt mittelst einer Saugeröhre, Fig. 19., die man in die Chlorkalkauflösung taucht, ein bestimmtes Volum, 2½ Kubikcentimeter heraus, läſst die Flüssigkeit schnell in jenes Becherglas laufen, indem man in die Röhre bläst, und rührt um. Ist dieselbe sogleich entfärbt, so setzt man aus dem Maſsgläschen noch einige Tropfen hinzu, bis die Farbe blaſs-grünlich wird; die sodann verbrauchte Menge Probeflüssigkeit giebt in Graden und Zehntelgraden das Maſs des Chlors im Chlorkalk an.

Betrug das zuletzt hinzugefügte Quantum Probeflüssigkeit mehr als 0,3 Grad, so muſs der Versuch mit der Probeflüssigkeit wiederholt werden, und zwar so, daſs man gleich so viel von derselben anwendet, als beim ersten Versuch überhaupt zugesetzt wurde, bis daſs die Mischung sogleich eine blaſs-grünliche Farbe zeigt, ohne neuen Zusatz von Probeflüssigkeit. (Man kann sich auch des andern Maſsgläschens ohne Schnabel, Tafel I. Fig. 22., bedienen, um ein darin abgemeſsnes Quantum Probeflüssigkeit in die abgemeſsne Menge Chlorkalkauflösung schnell zu schütten; zu dem Ende ist dieses Maſsgläschen in entgegengesetzter Art graduirt, als ersteres.) Hätte z. B. die Auflösung von 5 Gramme Chlorkalk in ½ Liter Wasser (= 10 Gr. in 1 Liter) 7,5 Grad Probeflüssigkeit entfärbt, so würde der absolute Chlorgehalt 0,75 Liter, also der Gehalt eines Kilogramme reinen Chlorkalks 75 Liter betragen; es wäre ein solcher Chlorkalk 75grädig, während der beste Chlorkalk 100 Liter im Kilogramme enthält. — *Gay-Lussac*, Anweisung zur Prüfung des Chlorkalks, in den V. d. G. 1825. S. 30 u. f. D. p. J. Bd. 14. S. 422. — Trotz allem vorschriftsmäſsigen Verfahren erhält man doch kein scharfes Resultat; das schnelle Hineinschütten giebt nicht die erwünschte Genauigkeit, und der Punkt, bis zu welchem noch Chlorkalkauflösung zugesetzt werden soll, ist ebenfalls relativ.

Gegen die Zuverlässigkeit des Verfahrens nach *Gay-Lussac* hat *Erdmann* gegründete Einwendungen gemacht, und gezeigt, daſs Kalkwasser einen nicht unbeträchtlichen Theil der schwefels. Indigsolution zu entfärben vermag, daſs also nach den Angaben des Chlorometers der Chlorkalk reichhaltiger an Chlor erscheine, als er wirklich ist. Ebenso wird auch der im Chlork. mit vorhandne chlors. Kalk eine geringe Einwirkung auf den Indig ausüben, indem er sich durch vorwaltende Schwefels. zersetzt. E. J. Bd. 13. S. 276. — *Morin* schlug statt der Indigsolution eine Lösung von Manganchlorür (salzs. Manganoxydul) vor, allein er gab keine genauere Beschreibung des chlorometrischen Verfahrens, sondern begnügt sich zu sagen, daſs Chlorcalcium sich bilde, Manganüberoxyd sich abscheide und Chlorgas entweiche. D. p. J. Bd. 29. S. 41.

Penot wendet zur Untersuchung des Chlork. eine Auflösung von Schwefelbarytium an. Es ist nämlich bekannt, dafs freies Chlor die Auflösungen der Schwefelmetalle zerlegt, und sich, unter Abscheiden von Schwefel, (Chlormetalle) Chlorüren bilden. Bringt man aber chlorigs. Kalk mit dem Schwefelbarytium zusammen, so entstehen Chlorcalcium und schwefels. Baryt. Man kann daher aus der relativen Menge des Schwefelbarytiums, welche zur vollständigen Zersetzung einer gegebnen Menge Chlork. erforderlich ist, auf den Gehalt des letztern an chlorigs. Kalk einen Schlufs machen. Die Probe, ob genug Probeflüssigkeit hinzugesetzt worden, besteht in Papierstreifen, die mit einer Auflösung von essigs. Bleioxyd getränkt sind, und welche jeden Ueberschufs der Probeflüssigkeit durch eintretende Schwärzung anzeigen. Da sich aber die Lösung des Schwefelbarytiums mit der Zeit zersetzt, so mufs man dieselbe von Zeit zu Zeit prüfen; dies geschieht mit einer constanten Auflösung von krystall. Zinkvitriol, wodurch Schwefelzink und schwefels. Baryt sich abscheiden.

Da nach *Gay-Lussac* 1 Kilogramme trockner Chlorkalk 320,88 Gr. Chlor enthält, so mufs man sich eine solche Auflösung von Schwefelbarytium bereiten, dafs 100 Grad derselben die Auflösung von 5 Grammen jenes völlig entmischen; dann entspricht jeder Grad der Probeflüssigkeit 3,2088 Gr. Chlor, oder nahe 1 Liter Chlorgas, so dafs also ein Chlorkalk von 60°, 60 Liter Chlorgas im Kilogramme enthalten würde. Die Prüfung der Probeflüssigkeit besteht darin, dafs 100 Grad derselben durch eben so viel einer Auflösung von schwefels. Zinkoxyd, die im Liter 73,05 Gramme krystallisirtes Salz enthält, zersetzt werden mufs. — D. p. J. Bd. 40. S. 142. oder E. J. Bd. 10. S. 489.

Zenneck empfahl zur Untersuchung des Chlorgehalts im Chlorkalk Aetzammoniakflüssigkeit anzuwenden, deren Ammoniak durch das Chlor zersetzt und Stickgas entbunden wird. Die Menge des entwickelten Stickstoffgases steht im geraden Verhältnifs zum Chlor, indem auf jedes Volum Chlorgas $\frac{1}{3}$ Volum des erstern frei werden mufs. Hiezu bedient man sich eines Kolbens mit weitem Hals, durch den gut schliefsenden Pfropfen wird ein gekrümmter, oder mit einem Hahn verschlofsner Trichter und ein Gasrohr luftdicht gesteckt; statt des Kolbens kann auch eine Entwickelungsflasche mit 2 Hälsen angewendet werden; das Gas wird in einem graduirten Cylinder aufgefangen. Statt des Aetzammoniaks wendete *Zenneck* später phosphors. Ammoniak an. Dieses Verfahren ist mehr für eine Analyse, als für eine technische Prüfung in der Bleichanstalt geeignet, welches schnell und bequem ausführbar sein mufs. E. J. Bd. 10. S. 293. Bd. 16. S. 221. — *Erdmann* das. Bd. 13. S. 273. — *Henry* und *Plisson* lehren gleichfalls Ammoniak anwenden; das. Bd. 12. S. 266. — *Zenneck* versuchte später Alizarin als Prüfungsmittel, siehe dessen weitschweifige Abhandlung in E. J. Bd. 12. S. 69., 411.

Marozeau empfiehlt zur Prüfung Quecksilberchlorür (Calomel), welches aus salpeters. Qu.oxydul durch Salzsäure niedergeschlagen von einer Auflösung von Chlork. in Qu.chlorid (Sublimat) verwandelt wird, und sich daher in Wasser löst. Man bereitet zu dem Ende eine Auflösung von Quecksilber in verdünnter Salpetersäure durchs Kochen, und

verdünnt sie sodann auf den nöthigen Grad, den man durch eine nach bestimmten Verhältnissen gefertigte Lösung von Kochsalz prüft. Zu einer abgemefsnen Menge dieser Anflösung bringt man reine Salzsänre hinzu, bis kein Niederschlag mehr erfolgt, und dann von der Anflösung des Chlork. so lange, bis der vorher erzeugte Niederschlag völlig aufgelöst ist. Der Chlorgehalt des verbrauchten Chlork. wird dann dem Chlorgehalt des Qu.chloriirs gleich sein. Allein dieses Verfahren möchte das am wenigsten praktische sein, da bei demselben ohne Zweifel der Chlorgehalt zu hoch ansgebracht wird, indem die freie Salpeter- und Salzsäure durch gegenseitige Zersetzung Chlor entbinden. E. J. Bd. 12. S. 54.

Duflos schlug folgendes Verfahren vor. Es ist bekannt, dafs schweflige Säure vom Chlor in Schwefelsäure umgewandelt wird, die sich durch Chlorbarytium leicht quantitativ bestimmen läfst. 10 Gran geglühter schwefels. Baryt entsprechen 3,06 Gr. Chlor. Man bereitet sich eine Lösung von 1 Theil krystallisirten Chlorbarytium in 9 Th. destill. Wasser, sättigt dieselbe mit schwefligsanrem Gas; desgleichen eine Lösung des Chlork. in 19 Th. Wasser. Sodann verdünnt man 10 Theile der Probeflüssigkeit mit Wasser und setzt so lange von der Chlork.solution hinzu, bis kein Niederschlag mehr erfolgt. Ans der Menge des verbrauchten Chlork. kann dann, bei der bekannten Menge des in der Barytauflösung befindlichen Baryts, auf den Chlorgehalt ein Schlufs gezogen werden. S. J. d. Ch. Bd. 3. S. 349.

Houtou-Labillardière Chlorometrie mittelst Jodstärke, D. p. J. Bd. 21. S. 263.

Gebrauch des Chlorkalks. Man bedient sich desselben, wie schon der Name andentet, zum Bleichen, und zwar zum Bleichen der baumwollnen Zeuge, zur Weifsbleiche, zum Bleichen krappirter Waare, um den Grund ganz weifs zu erhalten, Buntbleiche, zur Entfärbungsküpe bei der Bandanofabrikation, zum Bleichen der Leinwand, (der Lumpen), des Papierstoffs (Halbzeugs), zur Desinficirung stinkender organischer Stoffe, die in fauliger Gährung begriffen sind, zur Zerstörung miasmatischer Materien, (vergleiche vorn Seite 191.). Zu dem Ende läfst man in Auflösungen von Chlorkalk die zu reinigenden Stoffe eintauchen, oder benetzt mit einer solchen Auflösung jene Materien; auch kann man aus Chlorkalk sehr bequem mit verdünnter Schwefelsäure Chlorgas entbinden. Man hat auch zur Beseitigung der schlagenden Wetter in Kohlengruben Chlorkalk empfohlen, und in England versucht. Es dürfte aber nicht viel dadurch ausgerichtet werden. Bei stockenden Wettern, wo die Lichte schlecht brennen, leistet Chlorkalk nur in gröfsrer Menge auf kurze Zeit eine namhafte Wirkung.

Chlorsanrer Kalk, *Chlorate de Chaux*, *C. of Lime*, überoxydirt salzsanrer Kalk, *Muriate de Chaux suroxygèné*, (Ca$\ddot{\text{C}}$l), erhält man aus chlors. Kali und Fluorsilicinm-Calcinm, indem Flnorsilicium-Kalium niederfällt. Er krystallisirt schwierig, ist in Wasser sehr lös-

lich, auch in Alkohol, hat einen scharfen, bittern Geschmack, wird an der Luft feucht, besteht aus: 27,4 K. und 72,6 Chlors.

Salpetersaurer Kalk, *Nitrate de Chaux, N. of Lime*, Kalksalpeter, ($\dot{Ca}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$), kommt mitunter im Brunnenwasser vor, in dem Erd- und Wandsalpeter, besonders auch im Kalksteinhöhlensalpeter, in der Rohlauge der Salpetersiedereien (vergleiche vorn Seite 312.). Er krystallisirt in farblosen sechsseitigen Prismen, wird an der Luft sehr schnell feucht, zerflieſst, löst sich schon in ¼ seines Gewichts kaltem, und in heiſsem Wasser noch weit leichter auf, in heiſsem Alkohol zu gleichen Theilen, schmeckt bitter, scharf, kühlend, besteht aus 34,46 Kalk und 65,54 Salpeters. Erhitzt man denselben, so entwickelt er Sauerstoffgas, der Rückstand leuchtet dann im Finstern (**Balduin's** Phosphor); er verpufft auf glühenden Kohlen schwach, weil er stets feucht ist. Dient zur Darstellung des Kalisalpeters.

Kieselsaurer Kalk, *Silicate de Chaux, S. of Lime*, kommt in der Natur in verschiednen Verbindungen vor, sowohl als neutrales, ($\dot{Ca}\dddot{Si}$), als auch als ⅔ basisches Salz, ($\dot{Ca}_3\dddot{Si}_2$), letzteres nennt man Tafelspath; ersteres macht einen Bestandtheil im Apophyllit, Stilbit, Mesolith etc., letzter kommt auch noch im Harmotom, Mesole vor. Auch halb und drittel kiesels. Kalk kommen vor, erster, ($\dot{Ca}_2\dddot{Si}$), im Prehnit, letzter, ($\dot{Ca}_3\dddot{Si}$), im Thomsonit. **Tafelspath**, ($\dot{Ca}_3\dddot{Si}_2$) kann man zur Glasfabrikation anwenden. — Kieselsaurer Kalk ist in jedem Kreide- oder Kalkglas enthalten, wie bereits Seite 356. gezeigt worden ist; je nach der Menge des dem Glassatz zugemischten Kalks ist das entstandne Kalksalz verschieden gemischt. Kiesels. Kalk bildet sich beim Erhärten des Wassermörtels, wie oben Seite 405. angeführt worden ist.

Siebentes Kapitel.

Vom Magnesium.

Magnesium, (Mg), wurde 1808 von *Davy* mittelst *Volta*scher Elektricität und durch Kalium, neuerdings von *Bussy* aus Chlormagnesium durch Kalium dargestellt. Es ist silberweiſs, sehr glänzend, dehnbar, schmilzt in einer nicht sehr hohen Temperatur, ist an trockner Luft unveränderlich, läuft an feuchter an, verbrennt beim Erhitzen an der Luft mit Funkensprühen; luftfreies Wasser wirkt nicht auf dasselbe, kochendes wird ein wenig zersetzt, verdünnte Säuren stark; Magnesium amalgamirt sich erst in der Wärme mit Quecksilber, schmilzt ungefähr bei 27° W.

Magne-

Magnesiumoxyd, Magnesia, ***Magnésie,*** Bittererde, Talkerde, ($\dot{Mg}$), (weil die Salze derselben bitter schmecken, und im Talk sich Magnesia als charakteristischer Bestandtheil findet). Magnesia kommt in der Natur als Hydrat vor, mit Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Borax-, Salpetersäure, mit Kiesel- und Thonerde verbunden; ferner als Chlor- und Brommagnesium. — Magnesia stellt man aus kohlens. Magnesia durchs Glühen dar; zu dem Ende thut man dieselbe in einen Schmelztiegel und glüht so lange, bis eine herausgenommene Probe mit Säuren übergossen nicht mehr braust; gebrannte Magnesia, *calcined M.*

Ein weiſses, geruch- und geschmackloses, im Ofenfeuer für sich allein nicht schmelzbares Pulver, specif. Gewicht 2,3, schmilzt aber durchs Knallgasgebläse, durch mächtige *Volta*sche Batterien, ist in Wasser sehr schwierig löslich, bedarf 5150 Theile kaltes und 36000 Th. kochendes zur Auflösung, welche schwach alkalisch reagirt. Befeuchtet man gebrannte Magnesia mit Wasser, so findet kaum eine Erwärmung statt, es bildet sich allmälig ein Hydrat, welches 30,3$\frac{0}{0}$ Wasser, ($\dot{Mg}\dot{H}$), enthält, und in der Natur in kleinen Krystallschuppen vorkommt. Magnesia zieht aus der Luft allmälig Kohlensäure an, nicht so das natürliche Hydrat, und bedingt mit andern Erden gemischt meist Strengflüssigkeit derselben; mit Kalk gemischt schmilzt sie in hohen Hitzgraden zu einem harten gelben Glas. Magnesia besteht aus: 61,21 Magnesium und 38,79 Sauerst. Wie schon erwähnt besitzen die Magnesiasalze einen bittern Geschmack, geben leicht mit Ammoniak-, Kali-, Natronsalzen Doppelsalze, von denen einige auch in der Natur vorkommen. Magnesia mit salpeters. Kobaltoxyd vermischt und geglüht wird nach dem Erkalten fleischroth, sie löst sich in Aetzkali, Natron, Ammoniak nicht auf. Sie findet nur in der Medicin und Chemie Anwendung, höchstens beim Reinigen des Oels, zur Darstellung von Firniſs. Magnesia hat bei der chemischen Konstitution der Wassermörtel keinen wesentlichen Einfluſs.

Chlormagnesium, *Chlorure de Magnésium, Chloride of M.*, salzsaure Magnesia, *Hydrochlorate, Muriate de Magnésie, H. M. of M.*, ($Mg\text{Ȼl}$), kommt im Meerwasser, Soolwasser, Quellwasser aufgelöst vor. Man erhält es auf nassem Weg entweder durchs Auflösen von kohlens. Magnesia in Salzsäure, oder durch doppelte Wahlverwandtschaft aus schwefels. Magnesia und Chlornatrium, welche man in einer ziemlich concentrirten Auflösung von 2 Theilen des erstern und 1 Theil des letztern der Kälte aussetzt; schwefels. Natron krystallisirt und das entstandne Chlormagnesium bleibt aufgelöst. Solche Zersetzung findet in der Winterkälte in concentrirten Salzsoolen statt (vergleiche vorn Seite 340.). Um Chlormagnesium auf trocknem Weg wasserleer zu erhalten,

leitet man über glühende Magnesia salzsaures Gas, wobei sich Wasserdampf bildet, oder Chlorgas, wodurch Sauerstoffgas frei wird.

Das wasserfreie Chlormagnesium ist eine weiſse Salzmasse, welche leicht feucht wird, sich in Wasser unter starker Erwärmung auflöst; mit Wasser verbunden, ($\mathrm{Mg\bar{Cl}\dot{\bar{H}}_5}$), krystallisirt das Salz schwierig in farblosen Säulchen, weil es sehr leicht zerflieſst, schmeckt ekelhaft bitter, salzig, zersetzt sich beim Abdampfen, Eintrocknen, indem salzsaures Gas entweicht und Magnesiahydrat mit einem geringen Antheil unzerlegten Chlormagnesium übrig bleibt, welches nur in der Weiſsglühhitze völlig zersetzt wird. Es löst sich sehr leicht in Wasser und Alkohol auf, besteht wasserleer aus 41,71 Magnesium und 58,29 Chlor, das wasserhaltende enthält 48,33 $\frac{0}{0}$ Wasser. Wegen des Gehalts an salzs. Magnesia schmeckt das Meerwasser ekelhaft bitter, wird das Salz leicht feucht; sie ist der Vegetation sehr nachtheilig, deshalb kann auch die Bitterlauge der Salinen erst nach der Zersetzung der salzs. M. zur Düngesalzbereitung verwendet werden.

Man benutzt die in der Kochsalzmutterlauge vorhandne salzs. Magnesia zur Darstellung von Salzsäure, von Salmiak, kohlens., schwefels. Magnesia, von salzs. Kalk, indem man die Mutterlauge mit kohlens. Kalk vermischt.

Brommagnesium, *Brômure de Magnésium*, *Bromide of M.*, hydrobromsaure Magnesia, *Hydrobrômate de Magnésie*, *H. of M.*, ($\mathrm{Mg\bar{Br}}$) kommt im Meer- und Soolwasser vor, und dient zur Gewinnung des Broms; es krystallisirt mit Wasser, zerflieſst sehr leicht, und entbindet beim Abdampfen Hydrobromsäure.

Kohlensaure Magnesia. a) Neutrale, *Carbonate de Magnésie*, *C. of M.*, ($\mathrm{\dot{M}g\ddot{C}\dot{\bar{H}}_3}$), kommt als Magnesit vor, derb, knollig, weiſs, ins Grünliche und Röthliche übergehend; kann auch künstlich dargestellt werden, wenn man basisch kohlens. Magnesia in kohlens. Wasser auflöst, und die Auflösung langsam verdampfen läſst. Sie krystallisirt in kleinen, farblosen Säulchen, verwittert in der Wärme, wird weiſs, undurchsichtig, wird durch kaltes Wasser in doppelt kohlens. Magnesia, welche löslich ist, und in basisch kohlens. Magnesia, welche sehr schwer auflöslich ist, zersetzt, besteht aus: 29,62 Magnesia, 31,69 Kohlens. und 38,69 Wasser. — Kohlens. Magnesia + kohlens. Kalk, ($\mathrm{\dot{C}a\ddot{C} + \dot{M}g\ddot{C}}$), Bitterspath, Dolomit, Miemit, Braunspath, vergleiche oben S. 416.

b) Kohlensaure Magnesia mit Magnesiahydrat, basisch kohlens. M., *Souscarbonate de Magnésie*, ($\mathrm{3\dot{M}g\ddot{C}\dot{\bar{H}} + \dot{M}g\dot{\bar{H}}}$), gewöhnlich Magnesia im Handel genannt, (weiſse M., *Magnesia alba* im Gegensatz von *M. nigra*, dem Braunstein, einem Namen, der jetzt nicht mehr üblich ist). Zu Anfang des 18ten Jahrhunderts wurde die kohlens. Magnesia aus der Magnesiasalze enthaltenden Salpetermutterlauge durch Präcipitation mit Kalk darge-

stellt, (*Magnesia Nitri* genannt), hierdurch fällt sie aber kalkhaltend aus (vergl. oben Seite 312).

Die Bereitung der kohlens. Magnesia geschieht entweder aus der schwefels. M. (Bittersalz), oder aus dem Chlormagnesium der Salzmutterlauge. Um aus der letztern kohlens. Magnesia zu fällen, bedient man sich des rohen kohlens. Ammoniaks, des Hirschhorngeists und Hirschhornsalzes, durch welche kohlens. Magnesia sich bildet, welche niederfällt und salzs. Ammoniak, welches aufgelöst bleibt. Auch wendet man gepulverten Dolomit, magnesiahaltenden Kalkstein an, durch welchen man die Mutterlauge zersetzt, wobei sich Chlorcalcium bildet, und kohlens. Magnesia sich abscheidet. — Bedient man sich der schwefels. Magnesia, wie es bei uns allein nur üblich ist, um kohlens. Magnesia zu bereiten, so löst man gleiche Theile Bittersalz und gereinigte Pottasche, jedes für sich, in kochendem Wasser auf, seihet durch, setzt dann zur heiſsen Auflösung des erstern die Pottaschenauflösung unter stetem Umrühren hinzu, und läſst das Gemisch $\frac{1}{4}$ Stunde lang sieden. Nachdem sich der Niederschlag abgeschieden hat, gieſst man die Salzlauge, welche schwefels. Kali (oder hätte man Natron angewendet, wozu $1\frac{1}{6}$ kohlens. Natron gehört, schwefels. Natron) enthält, ab und spühlt den Niederschlag mehrmals mit Regenwasser aus, bis jede Spur beigemengter Salze entfernt ist; darauf wird das Präparat nach gehörigem Abtropfen meist in die Form kleiner parallelopipedischer Stücke gebracht und getrocknet. Die so gewonnene Magnesia ist körnig, fein sandig, schwerer als diejenige, welche man ohne Anwendung von Wärme kalt niederschlägt; letztere ist weit lockerer, leichter, fühlt sich wie feines Stärkemehl an, und wird durchs Ausfrieren des feuchten Niederschlags noch lockerer.

Die kohlens. Magnesia ist schön weiſs, geruch- und geschmacklos, löst sich in 2500 Theilen kalten und 9000 Theilen siedendem Wasser auf, schwimmt auf Wasser, vermöge ihrer groſsen Zertheilung, obschon sie dichter ist als ersteres; sie löst sich in kohlensaurem Wasser zu einem sauren Salz auf, ebenso in den Säuren unter Aufbrausen, und besteht aus 44,69 Magnesia, 35,86 Kohlens. und 19,45 Wasser. Es ist merkwürdig, daſs, obschon man zwei neutrale Salze mit einander mischt, die sich gegenseitig zersetzen, dennoch die niederfallende kohlens. Magnesia nicht ein neutrales Salz ist; es entweicht nämlich beim Sieden ein Theil Kohlensäure, wodurch Magnesiahydrat entsteht, welches mit der übrigen neutralen kohlens. Magnesia chemisch verbunden niederfällt; beim kalt Präcipitiren entsteht dagegen mehr neutrale kohlens. Magnesia, und weniger Magnesiahydrat, welches daher auch die langsamere Niederschlagung bewirkt.

Man gebraucht die kohlens. Magnesia in der Chemie zur Darstellung von Magnesiapräparaten, zur Bereitung der gebrannten Magnesia, in der Medicin; *E. Davy* schlug dieselbe vor als ein Mittel Brod lockerer zu machen, er rieth aufs Pfund Mehl 20 bis 40 Gran Magnesia zu setzen. Wahrscheinlich liegt die Wirksamkeit darin, daſs die kohlens. Magnesia die sich bildende Essigsäure im Teig bindet, kohlensaures Gas entwickelt, wodurch die Masse desselben lockerer wird, (vergl. das im II. Band Gesagte).

Doppelt kohlensaure Magnesia, *Bicarbonate de Magnésie*, *B. of M.*, ($\dot{M}g\ddot{C}_2$), findet sich in Mineralwassern, und kann dadurch dargestellt werden, daſs man in kohlens. Wasser kohlens. Magnesia auflöst. Die Auflösung schmeckt bitter, und setzt Krystalle beim allmäligen Abdunsten ab, welche aber nicht doppelt kohlens. Magnesia sind, sondern neutrale kohlens. M.

Schwefelsaure Magnesia, *Sulfate de Magnésie*, *S. of M.*, Bittersalz, *Sel amer, bitter salt*, englisches, Epsomer Salz, *Epsom salt*, ($\dot{M}g\dddot{S}\dot{H}_7$), kommt in der Natur theils im Meer- und Soolwasser, selbst im Brunnenwasser aufgelöst vor; solche Quellen liefern ein bitter-salzig schmeckendes Wasser, Bitterwasser. Die älteste bekannte ist die zu Epsom in Surrey, in England, in welcher 1695 das Bittersalz entdeckt wurde; es finden sich aber auch in Böhmen zu Saidschütz, Sedlitz, zu Püllna unweit Brüx solche Bitterwasserquellen. Endlich wittert auch hie und da schwefels. Magnesia aus der Erdoberfläche, von ältern Mineralogen Haarsalz genannt; sie findet sich auch in der Asche verbrannter Vegetabilien.

Gewinnung des Bittersalzes: 1) aus den Bitterwassern. Diese Wasser sind kohlens. Wasser, enthalten auſser der schwefels. Magnesia noch schwefels. Natron (besonders das Püllnaer W.), schwefels. Kali, Chlormagnesium, kohlen- und schwefels. Kalk, kohlens. Magnesia etc.; in einem Pfund Saidschützer Wasser fand man gegen 79 Gran Bittersalz, im Püllnaer 68. Man dampft die Bitterwasser in groſsen Pfannen ab, und läſst die concentrirte Salzlauge in hölzernen Geräthen krystallisiren. Das so gewonnene Salz schieſst gewöhnlich in kleinen nadelförmigen Säulen an, ist unrein, enthält Chlormagnesium, wodurch es immer feucht bleibt.

2) Aus dem Meerwasser, aus der Mutterlauge von der Gewinnung des Seesalzes. Diese Mutterlaugen enthalten unter andern schwefels. Magnesia, salzs. Magnesia, schwefels. Natron, welche letzteren sich zersetzen, Kochsalz und schwefels. Magnesia bilden; man gewinnt dieselbe durchs Abdampfen der Mutterlauge während des Winters, wodurch noch ein Antheil Kochsalz zuerst sich abscheidet, und nachmals beim Hinstellen in Kühlgefäſsen an die kalte Luft Bittersalz in Krystallen anschieſst. Man rechnet zu Lyming-

ton auf 100 Centner Kochsalz 4 bis 5 C. rohes Bittersalz, welches durchs Auflösen und Umkrystallisiren gereinigt wird.

3) Aus der Mutterlauge der Salinen, welche theils Chlormagnesium, theils schwefels. Magnesia mit schwefels. Kali verbunden, enthält, wie z. B. in Schönebeck. Wenn man 2 Theile dieses Doppelsalzes und 1 Theil Kochsalz in möglichst wenig Wasser auflöst und die Auflösung im Winter einer Kälte von — 12,5° aussetzt, so bildet sich dadurch Glaubersalz und Chlormagnesium, ersteres scheidet sich in Krystallen ab, und durchs Abdampfen erhält man schwefels. Kali, während das Chlormagnesium zurückbleibt. Um nun aus dem Chlormagnesium schwefels. Magnesia zu gewinnen, vermischt man die Mutterlauge mit schwefels. Natron, erwärmt bis höchstens 50° und dampft bei dieser Temperatur ab; hiedurch erzeugt sich Chlornatrium, welches aus der Auflösung sich absetzt, und schwefels. Magnesia, welche nach dem Abscheiden des erstern aufgelöst bleibt. Dampft man dann zum Krystallisationspunkt ab, so gewinnt man Bittersalz.

4) Durch Destillation der Bitterlauge mit Schwefelsäure vermischt erhält man im Rückstand Glaubersalz, Bittersalz, schwefels. Kali, Gyps, (vergl. vorn bei der Salzsäure S. 197).

5) Man gewinnt ferner Bittersalz aus Talkschiefer in der Nähe von Genua, welcher reich an eingesprengtem Schwefelkies, Kupferkies ist. Dieser Talkschiefer wird geröstet, eine Zeit lang der Luft ausgesetzt, vor dem Regen durch leichte Schoppen geschützt, und von Zeit zu Zeit benetzt. Es oxydirt sich dadurch das Schwefeleisen, Schwefelkupfer, es bilden sich schwefels. Metallsalze, welche jedoch der vorhandnen Magnesia einen beträchtlichen Theil ihrer Säure abtreten. Sobald sich eine Salzkruste an dem verwitternden Schiefer zeigt, wird derselbe mit Wasser ausgelaugt. Um die Metallsalze zu zersetzen verfährt man also: ist es hauptsächlich nur Eisenvitriol, so setzt man Kalkmilch hinzu, wodurch Gyps und Eisenoxyd sich präcipitiren, war aber auch merklich Kupfervitriol gelöst, so steckt man Eisen in die Lauge, um dadurch das Kupfer metallisch zu fällen, und verfährt dann, um den Eisenvitriol zu entmischen, wie angegeben. Darauf wird die klare Lauge abgezogen und in Pfannen versotten. Die einmal ausgelaugten Schiefer werden von neuem jenem Prozeſs des Röstens etc. unterworfen. Das hiedurch erhaltne Bittersalz ist nie völlig frei von Eisen- und Kupfervitriol.

6) Oft enthält der Alaunschiefer einen ziemlich bedeutenden Gehalt an Magnesia, dann benutzt man die Mutterlauge des Alauns zur Gewinnung von Bittersalz, welches in ihr noch aufgelöst ist. (Vergl. den Artikel „Alaun" weiter unten.) In Schweden gewinnt man auf diese Weise zu Garphyttan eine beträchtliche Menge Bittersalz von vorzüglicher Reinheit.

Es verdient noch bemerkt zu werden, daſs, wenn man auf frisch ausgeglühte Magnesia 4 Theile conc. Vitriolöl schüttet, eine so heftige

Einwirkung stattfindet, daſs die Masse anfängt zu glühen und mitunter auch Funken wirft.

Die schwefels. Magnesia krystallisirt mit 51$^{0}_{0}$ Wasser verbunden in farblosen vierseitigen Säulen mit vierflächiger Zuspitzung, besitzt einen bittern, salzigen Geschmack, verwittert nur wenig (das unreine, Chlormagnesium enthaltende Salz wird leicht feucht), löst sich in 4 Theilen Wasser von 0°, in 3 Th. von 15°, in 1,4 Th. von 97° auf, nicht in Alkohol; das Salz schmilzt erwärmt in seinem Krystallwasser, und in gröſserer Hitze zu einem undurchsichtigen Email ohne Zersetzung; es besteht aus 16,72 Magnesia, 32,39 Schwefels. und 50,89 Wasser. Schwefels. Magnesia dient als Arzneimittel, zur Darstellung von kohlens. Magnesia und sonstigen Magnesiapräparaten.

S c h w e f e l s a u r e M a g n e s i a + s c h w e f e l s a u r e m A m m o n i a k, ($\dot{Mg}\dddot{S}+H_3N\dddot{S}$), bildet farblose, durchsichtige, geschobene 4seitige Säulen, von stechendsalzig, bittern Geschmack, schwerer löslich als die Faktoren. — S c h w e f e l s. M a g n e s i a + s c h w e f e l s. K a l i, ($\dot{Mg}\dddot{S}+\dot{K}\dddot{S}$), krystallisirt in rhombischen Säulen, kommt in einigen Soolwassern, auch im Meerwasser vor, wird auf Bittersalz und Kochsalz benutzt (siehe oben). — S c h w e f e l s. M a g n e s i a + s c h w e f e l s. N a t r o n, ($\dot{Mg}\dddot{S}+\dot{Na}\dddot{S}$), ebenso, verwittert nicht an der Luft. — P o l y h a l i t ($\dot{Mg}\dddot{S}+\dot{K}\dddot{S}+\dot{Ca}\dddot{S}+2\dot{H}$) kommt von Gyps und Anhydrit begleitet im Steinsalzgebirge vor.

P h o s p h o r s a u r e M a g n e s i a, *Phosphate de Magnésie*, *Ph. of M.*, ($\dot{Mg}_2\ddot{\bar{P}}$), kommt in den Saamen der Gräser, sowohl in den festen, als auch in den flüssigen organisch-thierischen Substanzen vor, in letztern aber in nicht bedentender Menge, im Sordawalit. Sie krystallisirt, mit 51$^{0}_{0}$ Wasser verbunden, in zarten Nadeln, oft nur körnig, besitzt einen bitterlichen, kühlenden Geschmack, löst sich in 15 Theilen kalten, in weniger heiſsen Wasser auf, verwittert langsam an der Luft, schmilzt in der Hitze zu einem durchsichtigen Glas, besteht aus: 36,67 Magnesia und 63,33 Phosphors. — ¾ p h o s p h o r s. M a g n e s i a, W a g n e r i t.

H a l b p h o s p h o r s. M a g n e s i a, *Sousphosphate de Magnésie*, ($\dot{Mg}_4\ddot{\bar{P}}$), findet sich mit halb phosphors. Ammoniak und Wasser verbunden nicht selten in thierischen Konkretionen, in Harnsteinen, setzt sich auch aus faulendem Harn in Krystallen ab; kann auch künstlich dadurch erhalten werden, daſs man ein Magnesiasalz durch basisch-phosphors. Ammoniak fällt. Ein krystallinisches, weiſses Mehlpulver, in Wasser nicht ganz unlöslich, zersetzt sich beim Erhitzen, Ammoniak und 38$^{0}_{0}$ Wasser entweichen, und neutrale phosphors. Magnesia bleibt zurück.

B o r a x s a u r e M a g n e s i a, *Borate de Magnésie*, *B. of M.*, ($\dot{Mg}\ddot{\bar{B}}$), ein krystallinisches, weiſses Pulver, in Wasser schwer löslich, wird durch Alkohol entmischt, welcher Boraxsäure auszieht und ein basisches Salz zurückläſst, schmilzt in der Hitze und besteht aus: 22,85 Magnesia und 77,15 Boraxs. — H a l b b o r a x s a u r e M a g n e s i a, *Sousborate de Magnésie*, ($\dot{Mg}_2\ddot{\bar{B}}$), kommt als B o r a c i t vor, in abgestumpften Würfeln, grauweiſs von Farbe, specif. Gewicht 2,56 bis 91, durchscheinend, von Wachsglanz, wird durchs Erwärmen polarisch elektrisch, schmilzt zu einem gelben

Glas, und besteht aus 37,21 Magnesia und 62,79 Boraxs.; findet sich im körnigen Gyps eingewachsen bei Lüneburg und am Seegeberg in Holstein.

Chlorigsaure Magnesia, Chlormagnesia, *Chlorite de Magnésie, Chloride of M.*, (ṀgĊl), wird, wie Chlorkalk, auf trocknem und nassem Weg dargestellt, ist nur sehr unvollkommen chemisch untersucht, von *H. Davy* als Bleichmittel für den Calicodruck empfohlen worden, bei uns aber nicht angewendet; sie zersetzt sich sehr leicht, und giebt keine so guten Resultate als chlorigs. Kalk, Kali und Natron.

Salpetersaure Magnesia, *Nitrate de Magnésie, N. of M.*, (ṀgN̈) findet sich in der Salpeterrohlauge, selten in Quellwasser. Sie krystallisirt schwierig in geschobnen Säulen, farblos, schmeckt bitter, stechend, kühlend, wird sehr schnell feucht, zerfliefst, löst sich in weniger als ½ Theil Wasser, in 9 Theilen Weingeist auf, verliert durchs Erhitzen Wasser und einen Antheil Salpetersäure, besteht aus 27,6 Magnesia und 72,4 Salpeters.

Kieselsaure Magnesia, *Silicate de Magnésie, S. of M.*, kommt in der Natur sowohl neutral, als auch als doppelt, dreifach saures Salz vor, theils für sich allein, theils besonders in Verbindung mit andern kiesels. Salzen.

Neutrale kieselsaure Magnesia, Speckstein, Seifenstein, Spanische, Venetianische Kreide, *Stéatite, Craie de Briançon, Soap stone*, (ṀgS̈i), kommt vor derb, oder in Afterkrystallen, matt, oder fettglänzend, grauweifs, grünlich, röthlich, häufig mit dendritischen Zeichnungen, specif. Gewicht 2,6 bis 2,8, fühlt sich sehr fettig an; in Sachsen, Baiern (Baireuth), Ungarn, England. Man bedient sich desselben zur Politur von Serpentin, Marmor, Gypswaaren, Spiegelgläsern; man benutzt ihn fein gerieben und geschlemmt zur Schminke; als ein Reibung verminderndes Mittel zu Wagenschmiere; zum Vorzeichnen auf Seidenzeug, Tuch, Glas, zu Pastellfarben, zum Malen auf Glas, zum Fleckeausmachen aus Wollen- und Seidenzeug. Man hat Speckstein als Zusatz zur Porzellanmasse empfohlen und angewendet, er macht die Masse durchscheinender, aber auch spröder, bei geringern Hitzen gahr zu brennen; zur Darstellung von Kameen, die gefärbt und hart gebrannt ein onyxartiges Ansehen erhalten; auch verfertigt man daraus Pfropfe für Sublimationsgeschirre, für Chlorentwickelungsapparate, zur Gewinnung von Salzsäure.

Meerschaum, *Ecume de mer*, (ṀgS̈i+6Ḣ) derb, gelblichweifs von Farbe, glanzlos, erdig, an die Zunge sich stark ansaugend, specif. Gewicht 1,2, schmilzt in starker Hitze zu einem weifsen Email. Er findet sich hauptsächlich in Kleinasien, (in Griechenland, der Krimm, Spanien, Piemont). Man verfertigt daraus, wie bekannt, Pfeifenköpfe, und das dabei beobachtete Verfahren ist dem bei Fertigung von Thonwaaren ganz gleich. Die aus der Türkei kommenden Köpfe werden in Deutschland, besonders im Städtchen Ruhla auf dem thüringer Wald, appretirt und gesotten, erst in Talg, dann in Wachs und mit Schachtelhalm polirt.

$\frac{2}{3}$ kiesels. Magnesia mit Magnesiabydrat verbunden edler Serpentin ($2\dot{M}g_3\dddot{S}i_2+3\dot{M}g\dot{H}_2$). — Gemeiner Serpentin, eine aus Diallag und Feldstein innig gemengte Felsart, grün, schwärzlich, braun-grau gefärbt, oft gefleckt, geflammt, ist weich, mild, enthält oft Granaten, Talk, Chlorit, Arsenik-, Kupferkies eingemengt. Man findet Serpentin im Erzgebirge bei Zöblitz, unfern Marienberg, wo man mancherlei Geschirre aus demselben dreht; in Schlesien, im Fichtelgebirge, in Schweden u. a. a. O.

Asbest, welchen man in biegsamen A., Amiant, gemeinen A., Holzasbest, Bergholz, *Asbest ligniforme*, *Rock-wood*, schwimmenden A. Bergkork, *Rock cork, liége fossil,* eintheilt. Amiant, leicht zu trennende, fasrig krystallinische Massen, die Fädchen durchscheinend bis halbdurchsichtig, weich, elastisch, seidenglänzend, weiſs, ins Grünliche, Gelbliche, specif. Gewicht 0,9 bis 3,0, schmilzt im heftigen Glühfeuer; findet sich im Serpentin, Gneis und Glimmerschiefer, hauptsächlich in der Schweiz, Piemont, Savoyen, England, Sachsen, Schlesien. Man verfertigt daraus unverbrennliche Gewebe mannigfacher Art, neuerdings durch *Aldini* wieder angewendet zum Schutz gegen Flammen für die zum Feuerlöschen und Retten angestellten Mannschaften (siehe vorn bei dem Artikel „Verbrennen" Seite 81); ferner macht man Lampendochte daraus, welche sich nicht verzehren, und wenn sie verrust sind, nur ausgeglüht werden. Bei den Zündbüchsen für die Schwefelhölzer dient der Amiant (Federweiſs) als Körper für die concentrirte Schwefelsäure. Endlich wendet man auch die gewöhnlichen Asbestarten zu sogenannter Steinpappe, Steinpapier an.

Hornblende ($\dot{C}a\dddot{S}i+\dot{M}g_3\dddot{S}i_2$) nebst thonsaurer Magnesia und Eisenoxydul; sie kommt krystallisirt vor auch in krystallinischen Massen, derb, perlmutter- bis glasglänzend, schwarz ins Dunkelbraunschwarze, specif. Gewicht 2,8 bis 3,25; sie bildet mächtige Lager, Hornblendschiefer, Hornblendgestein, im Gneis, Glimmerschiefer, kommt als Gemengtheil vor im Syenit, Porphyr u. a. — Dem Glassatz zu Bouteillen wird Hornblende beigesetzt (siehe vorn Seite 358), denn schon für sich allein schmilzt sie zu einem undurchsichtigen Glas; auch benutzt man sie bei Hohöfen als Fluſsmittel.

Talk, venetianischer Talk, *Talc de Venise*, *Stéatite lamelleuse*, in krummblättrigen Massen, schuppig, derb, grünlichweiſs, fühlt sich fettig an, findet sich als Talkschiefer auf Lagern im ältern Gebirg, in den schweizer Alpen (Graubünden), Tyrol. Der Gebrauch wie beim Speckstein. — Bildstein, Agalmatolith, chinesischer Speckstein, in China, dient zu Schnitzwerken. — Topfstein, Lawezstein, *pierre ollaire*, ein inniges Gemeng von Glimmer, Talk, Chlorit, Magneteisenstein, bildet Lager im Urgebirge im Alpenland, so unter andern bei Chiavenna, in Schweden (Jämtland), Norwegen, Grönland. Man fertigt Kochgeschirre

mancherlei Art, Ofenplatten von groſser Dauerhaftigkeit daraus, man braucht ihn auch als Baustein. — **Chlorit**, *Chlorite*, kommt in Krystallen, krystallinischen Massen, derb vor, von lauchgrüner ins Silberweiſs gehender Farbe, härter als Talk; findet sich auf Lagern im Urgebirge, Chloritschiefer, oder kommt auf Erzlagern, besonders von Magneteisenstein vor, blättriger Chlorit.

Achtes Kapitel.

Vom Yttrium, Thorium, Beryllium, Zirkonium.

Yttrium (Y) wurde 1828 von *Wöhler* aus Chloryttrium mittelst Kalium durchs Erhitzen dargestellt. Es erscheint in metallglänzenden, eisengrauen Schuppen, nimmt unter dem Polirstahl einen dunklern Metallglanz an, als Alumium, scheint spröde zu sein. Bei der gewöhnlichen Temperatur oxydirt es sich weder an der Luft, noch im Wasser, entzündet sich in der Glühhitze und verbrennt mit blendendem Licht, löst sich in verdünnten Säuren unter Wasserstoffgasentbindung auf, weniger leicht in Aetzkali, nicht in Ammoniakflüssigkeit.

Yttriumoxyd, Yttererde, *Yttria*, Gadolinerde ($\dot{Y}$), von *Gadolin* 1794 im Ytterit entdeckt, kommt auch noch in einigen andern seltnen Fossilien in Schweden und Norwegen vor. Man zersetzt den Ytterit, welcher aus kiesels. Eisenoxydul, Ceroxydul und Yttererde besteht, durchs Kochen des gepulverten Fossils in Goldscheidewasser, dunstet zur Trockne ein und löst den Rückstand in salzs. Wasser auf, wodurch Kieselerde zurückbleibt. Man bringt in die Auflösung Krusten von schwefels. Kali, wodurch ein Doppelsalz von schwefels. Cereroxydul-Kali sich absondert; die abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Ammoniak neutralisirt, das Eisen aus derselben mittelst bernsteins. Ammoniak gefällt, durch Aetzammoniak Yttererde und Manganoxydul niedergeschlagen, welche beide dadurch getrennt werden, daſs man den feuchten Niederschlag mit kohlens. Ammoniak einweicht, wodurch sich die Y. auflöst. Diese Auflösung wird abgedampft, wobei kohlens. Y. zurückbleibt, welche getrocknet und geglüht wird. Am reinsten erhält man sie durchs Verbrennen des Yttriums.

Die Yttererde ist ein gelblich-weiſses Pulver, geruch- und geschmacklos, specif. Gewicht 4,842, in Wasser unlöslich, im Ofenfeuer unschmelzbar, besteht aus: 80,07 Yttrium und 19,93 Sauerst., bildet mit Wasser ein weiſses, pulvriges Hydrat, ist in ätzenden Alkalien unlöslich, löst sich aber in kohlens. Alkalien, namentlich im kohlens. Ammoniak auf. Die Salze, welche sie mit den Säuren bildet, schmecken zuckersüſs, werden von Cyaneisenkalium weiſs niedergeschlagen, welches für dieselben unter allen Erdensalzen charakteristisch ist.

Fluoryttrium kommt mit Fluorcalcium und Fluorcererium als **Yttrocererit** vor. — **Kieselsaure Y.**, im Ytterit, Gadolinit, $\frac{1}{3}$ kiesels. Y. + $\frac{1}{6}$ kiesels. Eisenoxydul und $\frac{1}{6}$ kiesels. Cereroxydul.

Thorium (Th.) wurde 1828 von *Berzelius* aus dem Chlorthorium mittelst Kalium durchs Glühen dargestellt. Ein dunkel-bleigraues,

schweres Pulver, nimmt durch einen Druck Metallglanz an, von eisengrauer Farbe, oxydirt sich nicht im Wasser, verbrennt bei gelindem Erhitzen mit ungewöhnlichem Glanz unter Erzeugung von Thorerde. Salpetersäure oxydirt selbst kochend das Metall gar nicht, dagegen löst es sich in Salzsäure sehr leicht auf; Aetzkali wirkt auf nassem Weg nicht ein.

Thoriumoxyd, Thorerde, *Thorina*, (Ṫh), wurde 1828 von *Berzelius* in einem norwegischen Fossil, Thorit, (⅓ kiesels. Thorerde), entdeckt. Thoritpulver, in welchem 57,9% Thorerde an Kieselsäure gebunden enthalten, wird mit Salzsäure gekocht, die Auflösung durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt, filtrirt, nachher fügt man Ammoniak hinzu. Der Niederschlag wird gut gewaschen, in verdünnter Schwefelsänre gelöst, die Flüssigkeit abgedampft, der Rückstand geglüht, worauf die Thorerde zurückbleibt.

Ein weiſses, geruch- und geschmackloses Pulver, nach dem Glühen hart und schwer zu pulvern, specif. Gewicht 9,402, unschmelzbar, besteht aus: 88,16 Thorium und 11,84 Sauerst., giebt mit Wasser ein gallertartiges Hydrat, zieht während des Waschens, Trocknens leicht Kohlensäure an, backt zusammen; löst sich noch feucht leicht in Säuren auf, nach dem Trocknen sehr langsam, nach dem Glühen gar nicht. Thorerde löst sich nicht in ätzenden Alkalien, aber in kohlens., besonders in kohlens. Ammoniak auf; ihre Salze besitzen einen ausgezeichneten rein zusammenziehenden Geschmack, wie Gerbstoff. Diese Erde charakterisirt sich dadurch, daſs das schwefels. Salz sich in der Siedehitze aus der Auflösung in Wasser niederschlägt, in kaltem Wasser aber allmälig wieder löslich wird.

Beryllium, *Glycinium*, (Be) wurde von *Wöhler* 1828 durch Reduktion der Beryllerde mittelst Kalium dargestellt. Ein dunkelgraues Pulver, welches unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt, und sehr strengflüssig zu sein scheint; bei der gewöhnlichen Lufttemperatur oxydirt es sich weder an der Luft noch im Wasser, verbrennt, bis zum Glühen erhitzt, mit groſsem Glanz, löst sich unter Entwickelung von Wasserstoffgas in verdünnten Säuren, auch in Aetzkalilauge, nicht in Aetzammoniak auf.

Berylliumoxyd, Beryllerde, *Glycine*, *Glycina*, (Süſserde, B̈e), wurde von *Vauquelin* 1797 im Beryll und Smaragd, nachher noch im Euklas und Helvin entdeckt. Ihre Darstellung ist folgende: Beryllpulver, welches 13⅔% B. enthält, wird mit kohlens. Kali durchs Schmelzen aufgeschlossen, die aufgeschloſsne Masse in Salzsäure gelöst, wodurch sich Kieselerde abscheidet. Die filtrirte Flüssigkeit wird nun mit Ammoniak gemischt, wodurch Thonerde und Beryllerde niederfallen, welche man durch kohlens. Ammoniak trennt, indem dadurch nur die Beryllerde gelöst wird. Die abfiltrirte Lauge wird abgedampft, wodurch das kohlens. Ammoniak entweicht, kohlens. Beryllerde niederfällt, welche getrocknet und geglüht die reine Erde giebt.

Ein weiſses, leichtes Pulver, geruch- und geschmacklos, in Wasser unlöslich, specif. Gewicht 2,967, unschmelzbar in der Ofenhitze, erhärtet dadurch nicht, aus 67,82 Beryllium und 32,18 Sauerstoff bestehend, giebt

mit Wasser ein weiſses, lockeres Hydrat, welches an der Luft kohlensauer wird, löst sich in den ätzenden fixen Alkalien, nicht in Ammoniak, ebenso in den kohlens. Alkalien, selbst im kohlens. Ammoniak auf. Sie hat zu den Säuren stärkere Verwandtschaft als die Thonerde, geringere als die Magnesia, giebt süſs und zusammenziehend schmeckende Salze, welche Lackmus meistens röthen. Ein charakteristisches Kennzeichen dieser Erde ist, daſs sie mit Fluor und Kalium eine Verbindung giebt, welche in Schuppen aus einer heiſsen Auflösung krystallisirt.

Kiesels. Beryllerde kommt in der Natur in verschiednen Verbindungen vor: $\frac{2}{3}$ kiesels. B. + $\frac{1}{3}$ kiesels. Thonerde als Euklas; $1\frac{1}{3}$ kiesels. B. + $\frac{2}{3}$ kiesels. Thonerde als Smaragd, Beryll. — $1\frac{1}{3}$ **Thons.** B. + $\frac{1}{3}$ kiesels. Thonerde im Chrysoberyll (*Cymophane*).

Zirkonium (Zr) hatte *Davy* nur in kleinster Menge erhalten, *Berzelius* stellte es 1823 aus Fluorzirkonium-Kalium durch Glühen mit Kalium dar; die geglühte Masse wird mit Wasser, dann mit Salzsäure digerirt, der Rückstand sodann mit Salmiakauflösung, nachdem mit Weingeist und Wasser gewaschen und getrocknet. Ein schwarzes, kohlenartiges, zusammengetrocknetes Pulver, nimmt unter dem Polirstahl einen dunkeln Metallglanz an, leitet die Elektricität nicht, entzündet sich beim Erhitzen noch ehe es glüht, und verglimmt mit starker Lichtentwickelung. Wenn es mit chlors. Kali gemengt geschlagen wird, so fängt es Feuer ohne zu detoniren, verglimmt mit kohlens. Kali erhitzt, indem die Kohlensäure Sauerstoff abgiebt; es löst sich selbst in kochender Salpetersäure, Goldscheidewasser sehr wenig, in Fluſssäure dagegen sehr leicht auf.

Zirkoniumoxyd, Zirkonerde, Hyacintherde, *Zircone*, *Zirconia*, ($\ddot{Z}r$), wurde von *Klaproth* 1789 im Zirkon und 1795 im Hyacinth entdeckt, kommt auch im Eudyalit vor, an Kieselsäure gebunden. Zirkonpulver ($\frac{1}{3}$ kiesels. Zirkonerde), welches 67,16% dieser Erde enthält, wird mit 3 Theilen kohlens. Kali geglüht, dann Aetznatron nach dem Erkalten beigemischt und völlig aufgeschlossen; die aufgeschloſsne Masse wird in Salzsäure aufgelöst, zur Trockne abgedampft, der Rückstand in salzsaurem Wasser gelöst, wodurch Kieselerde ungelöst zurückbleibt. Die filtrirte Flüssigkeit versetzt man mit Ammoniak, wodurch Zirkonerde gefällt wird, welche man abwäscht, trocknet und glüht. Nicht selten enthält die Zirkonerde viel Eisenoxyd, wenn die Zirkone letzteres enthielten; man zieht es auf verschiedne Art aus, z. B. durch Salzsäure, Oxalsäure etc.

Ein feines, weiſses, geruch- und geschmackloses Pulver, hart, ritzt Glas, schmilzt nicht in der Ofenhitze, specif. Gewicht 4,3, besteht aus: 73,70 Zirkonium und 26,30 Sauerst.; löst sich nicht in Wasser auf, bildet mit demselben ein Hydrat, welches, frisch gefällt, fast gallertartig, voluminös, sich in verdünnten Säuren leicht, wogegen es mit heiſsem Wasser gewaschen sich kaum in concentrirten Säuren auflöst; nach dem Trocknen wird es gelblich, fest, gummiartig, enthält 12,9% Wasser, verliert durchs Glühen alle Löslichkeit in Säuren; beim Glühen giebt die Zirkonerde ein blendendes Licht von sich, so auch das Hydrat. Sie löst sich nicht in ätzenden, aber in kohlens. Alkalien auf, wenn man die Salze durch diese im Uebermaſs zugesetzt niederschlägt. Die Salze der Zirkonerde schmecken rein zusammenziehend, werden von Galläpfelaufguſs

gelb gefällt, auch von schwefels. Kali, welches dadurch zum sauren Salz wird und ein höchst basisches Zirkonerdesalz niederschlägt.

Neuntes Kapitel.

Vom Alumium.

Alumium (Al), wurde von *Davy* nur in sehr kleinen Spuren mittelst Kalium dargestellt, *Oersted* lehrte aus Chloralumium durch Kaliumamalgam Alumiumamalgam gewinnen; *Wöhler* stellte es 1827 isolirt aus Chloralumium mit Kalium dar. Die geschmolzne graue Masse löst man in kaltem Wasser auf, wodurch sich Alumium abscheidet.

Ein graues Pulver, auch in metallglänzenden Flittern, wird unter dem Polirstahl zinnweiſs und glänzend, schmilzt noch nicht bei 130° W., leitet in Pulverform die Elektricität nicht, fängt beim Erhitzen an der Luft Feuer, verbrennt zu harter, weiſser Thonerde, die zum Theil geschmolzen ist und Glas schneidet. Es wird von kaltem Wasser nicht, aber von heiſsem allmälig oxydirt unter Entwickelung von Wasserstoffgas, wird von Salpeter- und Schwefelsäure kalt nicht aufgelöst, dagegen von verdünnter Salz- und Schwefelsäure unter Wasserstoffgasentwickelung, von Aetzkalilauge, selbst von Aetzammoniakflüssigkeit.

Alumiumoxyd, Alaunerde, Thonerde, *Alumine*, *Alumina*, ($\ddot{A}l$), kommt in der Natur theils ziemlich rein, als Hydrat, theils mit Schwefel-, Phosphor-, Bor-, Kieselsäure, theils auch mit andern Erden, Alkalien, Metalloxyden verbunden vor, bildet überhaupt einen groſsen Theil des festen Erdkörpers. Fast reine Thonerde enthält der Saphyr, *Télesie*, *Corindon-hyalin*, welcher von verschiednen Farben gefunden und verschieden benannt wird, die blauen heiſsen Saphyre, die rothen orientalische Rubine, die gelben or. Topase, die violetten or. Amethyste, die grünen or. Smaragde etc. Er hat lebhaften Glasglanz, ist nach dem Diamant das härteste bekannte Fossil, enthält etwas Kieselerde und ein wenig Eisenoxyd; die Grundform ist ein Rhomboëder, spec. Gewicht 4,3. Die kleinern Steine, so wie die unreinen, undurchsichtigen, miſsfarbigen grauen, werden unter dem Namen Korund, Diamantspath, *Corindon adamantine*, *Adamantin spar*, zum Schleifen und Poliren von Edelsteinen angewendet, besonders in China. Man findet die Saphyre im Sand der Flüsse, im Schuttland mit Zirkonen, Granaten, Magneteisenkörnern auf Ceylan, China, Siam, Pegu, aber auch in Böhmen, Sachsen, Frankreich; den Diamantspath, eingewachsen in Urgebirgsgesteine, in China, Ostindien, Savoyen, Piemont.

Smirgel, *émeri*, *emery*; der reinste ist dem Korund unmittelbar beizuzählen, kommt in kleinen Portionen eingewachsen vor, häufiger nur eingesprengt; undurchsichtig, blos an den Kanten durchscheinend, wenig und fettglänzend, dunkel bläulichgrau, uneben klein- und feinkörnig im Bruch. Man trifft denselben in groſsen losen Massen am Fuſs von Urgebirgen, als auf Naxos und andern Inseln des griechischen Archipels, im Erzgebirge, Spanien, England, im Altaigebirge. *Tennant* fand im Smirgel von Naxos 86 Thonerde, 3 Kieselerde, 4 Eisenoxydul. (Es wird aber unter dem Namen Smirgel vielerlei anderes Material in den Handel gebracht, meistens innige Gemenge von Korund und Magneteisenstein. Hierher gehört sicher der Smirgel von der Insel Jersey, welcher nach *Vauquelin* 53,83 Thonerde, 12,66 Kieselerde, 24,66 Eisenoxyd, 1,66 Kalk enthält.) Der Smirgel wird also präparirt: man pulvert ihn mittelst Stampfwerken, die mit eisernen Schuhen versehen sind, oder zwischen Guſswalzen, siebt und schlemmt das Pulver, und sortirt die Niederschläge von verschiedner Feinheit, indem man die trübe Flüssigkeit nach bestimmten Zeiträumen aus einem Präcipitirgefäſs in ein anderes leitet; zuerst, wie bekannt, setzt sich das gröbere Pulver ab, sodann das feinere, das feinste zuletzt.

Man wendet den Smirgel an um Edelsteine zu schleifen, dieselben zu zerschneiden; auch zum Feinschleifen von Stahl-, Glaswaaren, Rasirmessern und andern schneidenden und scharfen Werkzeugen, um Baumwollkratzen zu schärfen, Stahlwaaren von Rost zu befreien; zu dem Ende trägt man Smirgel auf Papier auf, Smirgelpapier, oder auf Leder (Rasirstreichriemen). In England fertigt man das Smirgelpapier dadurch, daſs man in den Smirgelmühlen mit Leimwasser bestrichne Papierbogen in verschiednen Höhen vom Fuſsboden aufwärts aufhängt; der feinste Staub steigt am höchsten an, der gröbere bleibt unten, so entstehen zu gleicher Zeit verschiedne Sorten Smirgelpapier; die gröbste muſs aber durch Aufsieben dargestellt werden. Auf gleiche Weise kann man auch Feuersteinpapier, Bimssteinpapier etc. fertigen. Man hat auch statt Papier Kattun angewendet.

Man stellt die Thonerde aus dem Alaun, (schwefels. Thonerde + schwefels. Kali, $\dot{K}\ddot{S}+\ddot{A}l\ddot{S}_3$), (schwefels. Th. + schwefels. Ammoniak) folgendermaſsen dar: man löst eisenfreien Alaun in heiſsem Wasser auf, setzt kohlens. Natron so lange hinzu, als noch ein gallertartiger Niederschlag fällt. Hiebei entweicht kohlens. Gas, theils bleibt es auch in der Flüssigkeit aufgelöst, schwefels. Natron bildet sich, Thonerdehydrat mit kohlens. Natron-Thonerde fällt nieder. Der Niederschlag wird mit kochendem destillirten Wasser so lange abgespühlt, bis das Wasser geschmacklos abläuft, sodann in reiner Salzsäure aufgelöst und nochmals mittelst Aetzammoniak

im Ueberschuſs gefällt, wodurch reines Th.hydrat gallertartig gewonnen wird. Dieses abgewaschen, getrocknet und geglüht liefert reine Th. Ammoniakalaun, d. h. Alaun, welcher schwefels. Ammoniak enthält, und keine Einmischung von schwefels. Kali, was meist der Fall ist, braucht man nur stark zu glühen, so entweicht das Ammoniaksalz, die Schwefelsäure trennt sich von der Th., welche rein zurückbleibt.

Die Th. erscheint als ein weiſses, lockeres, geruch- und geschmackloses Pulver, im Ofenfeuer unschmelzbar, weshalb sie auch das Glas, wenn sie in beträchtlicher Menge in demselben enthalten ist, trüb macht, specif. Gewicht gegen 2,0, nach heftigem Glühen 4,15. Sie hängt sich an die feuchte Zunge an, schmilzt im Sauerstoff- und Knallgasgebläse, den *Volta*'schen Batterien zu einem farblosen klaren Glas, zieht an feuchter Luft 15$\frac{0}{0}$ Wasser an, besteht aus: 53,3 Alumium und 46,7 Sauerst. Sie ist in Wasser völlig unauflöslich, bildet mit demselben zwei verschiedne Hydrate, welche in der Natur vorkommen, von denen eins auch künstlich erhalten wird. Schlägt man nämlich ein reines Th.salz mit Ammoniak im Ueberschuſs nieder (denn sonst fällt ein basisches Salz), so bildet sich ein gallertartiges Th.hydrat, ($\ddot{\bar{A}}l\dot{\bar{H}}_3$), weiſs von Farbe, welches zu einem gelblichen, gummiartigen Körper zusammentrocknet, indem sich die Masse dem Raum nach ungemein vermindert; letzteres enthält 34,31$\frac{0}{0}$ Wasser. Frisch gefälltes Th.hydrat löst sich in Säuren selbst den schwächsten, in kohlensaurem Wasser, in Aetzlauge auf, wogegen geglühte Th. sich nur in den stärksten Säuren langsam auflöst. Natürliche Th.hydrate sind der Gibbsit, welcher eben so viel Wasser enthält, als das künstliche, und der Diaspor, ($\ddot{\bar{A}}l\dot{\bar{H}}$), welcher $\frac{1}{3}$ des im vorigen enthaltnen Wassers besitzt.

Die Salze, welche die Th. bildet, haben einen säuerlich zusammenziehenden, hintennach süſslichen Geschmack, reagiren stets sauer. Th. ist keine starke Base, dennoch hat sie zu schwach säureartigen Körpern, wie die mancherlei Pflanzenpigmente sind, eine ausgezeichnete Verwandtschaft, worauf sich viele wichtige Prozesse der Färberei und Kattundruckerei gründen (wovon später mehr). Th. mit salpeters. Kobaltoxyd geglüht wird schön dunkelblau gefärbt. Th.hydrat löst sich reichlich in Kali-, Natronlauge auf, selbst Baryt und Strontian wirken lösend, Ammoniak äuſserst wenig; sie verhält sich gegen Basen als eine schwache Säure, bildet mit ihnen, analog der Kieselerde, Salzverbindungen, thonsaure Salze, *Aluminates*, von denen mehrere in der Natur vorkommen; (siehe weiter unten).

Reine Th. findet geringe Anwendung; man hat Th.hydrat für die Oelmalerei empfohlen, um das Lasiren zu vermindern. Th. in

Kalilauge gelöst dient in der Kattundruckerei zum Rothdruck. Man bereitet sie also: man verfertigt aus 8 Th. Pottasche, 30 Wasser und 3,2 Th. Kalk Aetzlauge; man gieſst ¾ davon klar ab, dampft zu 35° B. ein, löst in derselben 6 Th. Alaun auf und gieſst nach dem Erkalten die klare Lauge von dem krystallisirten schwefels. Kali ab.

Köchlin-Schouch in D. p. J. Bd. 30. S. 43.

Chloraluminm, *Chlorure d'Alumium*, *Chloride of A.*, ($AlCl_3$), findet sich in dem Wasser des Ochotskischen Meeres, und in dem daraus gewonnenen Seesalz; man erhält es, wenn über fein gepulverte, mit Kohlenstaub gemengte, Th. in der Hitze Chlorglas hinweggeleitet wird unter Erzeugung von Kohlenoxydgas. Ein blaſs grünlichgelbes Pulver, krystallinisch-blättrig, halbdurchscheinend, wird feucht an der Luft, zerflieſst, zersetzt sich, riecht dann nach salzsaurem Gas, stöſst weiſse Dämpfe aus, löst sich unter Erhitzung schnell in Wasser auf, wobei Salzsäure und Th. sich bilden. Chloralumium verflüchtigt sich über 100°, setzt sich krystallinisch ab, besteht aus: 20,5 Alum. und 79,5 Chlor; (oder aus 38,46 Thonerde und 61,54 Salzsäure.)

Löst man Th.hydrat in Salzsäure auf, oder zerlegt man Alaun mittelst Kochsalz in der Kälte, wobei Glaubersalz auskrystallisirt, so erhält man eine gelbliche, stets sauer reagirende Flüssigkeit, welche abgedunstet meist eine gummiartige Salzmasse giebt, die schnell aus der Luft Wasser anzieht, feucht wird, sich leicht in Wasser und Weingeist auflöst, durch Hitze zersetzt wird. Salzs. Thonerde spielt in der Weiſsgerberei eine Rolle.

Fluoralumium, *Fluorure d'Alumium*, *Fluoride of A.*, (AlF_3), durchs Auflösen von Th.hydrat in Fluſssäure; die Flüssigkeit krystallisirt nicht, sondern giebt nach dem Abdampfen eine gelbliche, durchscheinende, gummiartige Masse, die sich anscheinend in kaltem Wasser nicht löst, aber nach einiger Zeit völlig auflöst, ist geschmacklos, greift Glasgefäſse an, besteht aus: 32,43 Alum. und 67,57 Fluor. — Fluoralumium + Fluornatrium, Kryolith, ferner ⅓ kiesels. Thonerde + basischem Fluoralumium, Topas, ($AlF_3\ddot{A}l + 3\ddot{A}l\ddot{S}i$). Derselbe ist theils farblos, theils gelb (honig-weingelb), glasglänzend, specif. Gewicht 3,4 bis 3,6, schmilzt mit Borax zu einem klaren Glas. Man findet ihn auf Zinnlagerstätten im Erzgebirge, in England, in losen Krystallen und Rollsteinen im Schuttland in Brasilien, Sibirien. Er wird als Schmuckstein, besonders der gelbe brasilianische, gebraucht, die unbrauchbaren Individuen dienen als Topasbrack zu Schleifpulver.

Kohlensaure Thonerde, *Carbonate d'Alumine*, *C. of A.*, kennt man im isolirten Zustand nicht; Th.hydrat löst sich in kohlens. Wasser auf, beim Entweichen des kohlens. Gases fällt aber Th.hydrat nieder. Schlägt man ein Th.salz mit einem kohlens. Alkali im Ueberschuſs nieder, so bildet sich eine Doppelverbindung von Kohlensäure, Alkali und Th.

Schwefelsaure Thonerde, ***Sulfate d'Alumine*, *S. of A.*,** **($\ddot{A}l\dddot{S}_3 + 18\dot{H}$), kommt auf Guadeloupe im Uebergangsthonschiefer, an mehrern Orten Amerikas, z. B. zu Rio Saldana vor; sie wird**

durchs Auflösen von Th.hydrat in Schwefelsäure und Abdunsten bereitet. Sie krystallisirt in perlmutterglänzenden, durchscheinenden, farblosen Blättchen, von süfsem, zusammenziehenden Geschmack, löst sich in 2 Theilen kalten Wasser, in Alkohol fast gar nicht auf, verliert durch Glühhitze alle Säure, besteht aus: 29,90 Thonerde und 70,10 Schwefels., es enthält 46,6$\frac{6}{9}$ Wasser. Dieses neutrale Salz verbindet sich mit schwefels. Alkalien zu krystallisirenden Doppelsalzen, welche man Alaune nennt.

$\frac{2}{3}$ schwefels. Thonerde, ($\ddot{A}l\dddot{S}_2$), kommt in der Natur vor, man erhält es mit schwefels. Kali verbunden durch Zersetzung einer Alaunauflösung mittelst kohlens. Kali, welches so lange zugesetzt wird, als der anfänglich entstandne Niederschlag sich immer noch im Wasser auflöst; auch dadurch, dafs man $\frac{1}{3}$ schwefels. Thonerde in neutraler auflöst. Nach dem allmäligen Abdampfen bleibt eine gummiartige Substanz übrig, die durch starke Verdünnung mit Wasser, so wie durchs Kochen, in neutrales und $\frac{1}{3}$ basisches Salz zersetzt wird. Das $\frac{2}{3}$ schwefels. Th.salz bildet mit schwefels. Alkalien gleichfalls Doppelsalze.

$\frac{1}{3}$ schwefels. Thonerde, ($\ddot{A}l\dddot{S} + 9\dot{H}$), kommt in der Natur vor als Aluminit, Websterit (natürliche Th.), in kleinen nierförmigen Stücken von weifser Farbe, feinerdig, undurchsichtig. Man fand dieses Fossil im Thon und Mergel zu Halle a. d. S., zu Morl im Saalkreis, neuerdings hat man es in Frankreich zu Bernon, Epernay, in England bei Newhaven gefunden. Man erhält diese Verbindung künstlich durch Präcipitation einer Auflösung von schwefels. Thonerde mittelst Ammoniak. Es ist ein weifses, in Wasser unauflösliches Pulver, besteht aus: 29,80 Thonerde, 23,25 Schwefels., 46,95 Wasser, kommt im Alaunstein mit schwefels. Kali und überschüssiger Th. verbunden vor, wovon gleich mehr.

Alaune sind Doppelsalze von schwefels. Thonerde mit schwefels. Alkalien; sie sind so gemischt, dafs die Sauerstoffmenge in der Th. zu der der alkalischen Base, und so auch die Sauerstoffmenge in demjenigen Theil der Schwefelsäure, welcher mit der Th. verbunden, zur Sauerstoffmenge in der andern mit dem Alkali verbundnen Menge der Säure sich verhält $= 3:1$.

Wenn man statt schwefels. Thonerde gewisse andere schwefels. Salze, die mit ersterm isomorph sind (vergleiche vorn Seite 26), mit schwefels. Alkalien verbindet, so erhält man auch ein Salz von derselben Krystallform; solche sind: schwefels. Eisenoxyd, Manganoxyd, Chromoxyd.

1. Kalialaun, schwefels. Thonerde-Kali, Alaun, *Sulfate d'Alumine et de Potasse, Alun, S. of A. and Pot., Alum,* ($\ddot{A}l\dddot{S}_3 + \dot{K}\dddot{S} + 24\dot{H}$), kommt in der Natur gebildet vor, theils in haarförmigen Krystallen efflorescirend, in Klüften und Spalten von Alaunschiefer, Thonschiefer, Kohlengebilden, theils in krystallinischen,

schen, tropfsteinartigen Massen, als erdiger Beschlag, graulichweiſs, perlmutterglänzend, so in Böhmen, im Voigtland, zu Freienwalde; ferner in der Nähe von Vulkanen, am Vesuv, Solfatara, Grotta di Alume am Capo Miseno bei Neapel, Sicilien, auf den vulkanischen Inseln nächst Sicilien etc. Auch in der Nähe von Erdbränden findet man Anflug von Alaun, so bei Duttweiler, in der Auvergne, wo besonders viel Alaun sich bildet. Federalaun, Federsalz, *(Alumen scissile, Al. plumosum, Alun de plume)*, Alaun von fasriger Textur auf Milo, jedoch nennt man auch Fasergyps manchmal Federalaun. Nicht selten kommt Alaun mit schwefels. Eisenoxyd vor, auch mit schwefels. Magnesia. Man findet auch in Gewässern Alaun aufgelöst, so in Indien in der Provinz Cutch, in Ungarn; in ersterm Land gewinnt man durchs Abdampfen in der Sonnenwärme den Alaun, welcher als ostindischer in den Handel kommt.

Die Bereitung des Alauns geschieht auf verschiedne Weise, nämlich 1) aus Laven, wie in der Alaunhöhle am Capo Miseno, besonders von der Solfatara bei Neapel; 2) aus dem Alaunstein; in diesen beiden genannten Fossilien befinden sich die Bestandtheile des Alauns vorhanden; 3) aus der Alaunerde und dem Alaunschiefer; 4) aus der Asche von Steinkohlen; 5) aus Thon mittelst Schwefelsäure und schwefels. Alkalien.

1) Aus alaunhaltender Lava. Zu Solfatara bei Puzzuolo, im Königreich Neapel, findet sich eine durch das stets in Menge erzeugte schwefligsaure Gas zerstörte Lava, welche Thonerde und Kali haltend durch jenes und den Sauerstoff der Luft in ein Alaun enthaltendes Material umgewandelt ist. *Cordier* glaubt, daſs basaltische Schlacken, glasige Laven in der Nähe von Vulkanen oft mögen Alaun geben, wie Versuche ihn gelehrt. Man sammelt in Solfatara den weiſsen Anflug von Alaun an der Erdoberfläche, löst ihn in Wasser auf, klärt die Auflösung durch ruhiges Absetzen, dampft dann in bleiernen Pfannen ab, die man in die Erde eingräbt, deren Temperatur dort 40° C. beträgt, und läſst das Salz anschieſsen; den rohen Alaun, *alun brut*, löst man wieder auf, und läſst ihn zum zweiten Mal krystallisiren. Die rückständigen ungelösten Substanzen bestehen in Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd, wahrscheinlich auch basisch schwefels. Thonerde mit Kali, welches Salz durch Zusatz von Schwefelsäure in Alaun umgewandelt werden könnte. — Ein sehr reiner Alaun.

2) Aus dem Alaunstein, *Mine ou pierre d'Alun, Alunite.* Der Alaunstein kommt theils krystallisirt, in spitzen Rhomboëdern, theils krystallinisch, derb vor, oft mit vielen kleinen Blasenräumen; halbdurchsichtig bis schwach durchscheinend, matt, die Krystalle fettglänzend, Bruch uneben ins Splittrige, farblos,

Digitized by Google

gelb, grau, braun, specif. Gewicht 2,6 bis 2,74. Er findet sich auf Gängen und Drusenräumen im Alaunfels, einer von Alaunstein mehr oder weniger durchdrungenen Quarzmasse, von graulich-weiſser Farbe, mehr oder weniger zelligem Gefüge. Alaunstein findet man zu Tolfa bei Civita-Vecchia im Kirchenstaat, Montione im Herzogthum Piombino, zu Solfatara im Neapolitanischen; in Ungarn zu Bereghszasz und Muszay in der Beregher und Zempliner Gespannschaft, ferner in der Auvergne am Mont d'Or, in Geschieben und Blöcken, auf einigen Inseln des griechischen Archipelagus. — Der Alaunstein besteht, und zwar der krystallisirte, nach *Cordier,* aus: 10,377 Kali, 39,533 Thonerde, 35,263 Schwefels., 14,827 Wasser; der von Tolfa nach *Klaproth* aus: 4,0 Kali, 19,0 Thonerde, 56,5 Kieselerde, 16,5 Schwefels., 3,0 W.; es enthält derselbe ⅓ schwefels. Thonerde, schwefels. Kali und kiesels. Th. im dichten Zustand.

Der durch Tagebau zu Tolfa gewonnene Alaunstein wird in konischen niedrigen Röstöfen mit Holz geröstet; ein Rost ist in 5 bis 5½ Stunden vollendet, sobald sich schweflige Säure entbindet, wird mit dem Feuern aufgehört; der Gewichtsverlust beträgt ¼ bis ⅓. Nach dem Rösten werden die Steine zur Verwitterung und Auslaugung gebracht, sie werden in gemauerten Behältern aufgeschichtet, 3 bis 3½ Monate lang täglich mit Wasser angefeuchtet, welches in Gräben gesammelt wird, wodurch die Masse sich allmälig bedeutend senkt und in einen Schlamm verwandelt, der stark nach Alaun schmeckt. Hierauf laugt man denselben mit heiſsem Wasser und Alaunmutterlauge in groſsen Siedegefäſsen aus, deren Boden von Kupfer, der Sturz von Mauerwerk, und setzt den Bodensatz der Wachsfässer hinzu. Die harten Knollen, die sich beim Befeuchten mit Wasser nicht erweicht haben, werden ausgehalten und nochmals gebrannt. Die ausgelaugte Schlammmasse wird ausgeschlagen, mit kaltem Wasser noch einmal ausgelaugt. Die heiſse Alaunlauge wird nun abgedampft und wenn sie gahr ist (1,114 bei 45°), in die Wachsfässer abgelassen; sie ist mit einem feinen rosenrothen Schlamm gemengt, der sich langsam mit Alaunkrystallen gemengt am Boden absetzt, *merdacio.* Die trübe Mutterlauge wird durchs Abklären in Sümpfen geläutert, und durch ein Schöpfrad in die Kessel gehoben; sie setzt ganz besonders kubische Krystalle ab. Ohne vorgängige Kalcination ist das Gestein zur Alaungewinnung nicht anzuwenden, indem Wasser keinen Alaun auszieht; man glaubt, daſs durchs Erhitzen sich ein Theil Th. von der höchst basisch schwefels. Th. trennt und dadurch ein neutrales Salz gebildet wird, was dann durch Wasser ausziehbar ist.

Der aus dem Alaunstein dargestellte Alaun heiſst im Handel

Römischer Alaun, ***Alun de Rome, Roman Alum,*** kommt in kleinen Stückchen vor, von fleischrother Farbe, welche von dem durch sehr wenig Eisenoxyd roth gefärbten feinen Schlamm herrührt. Löst man den Alaun auf, so bleibt ein rothes Pulver zurück und es schieſst dann bei gelinder Erwärmung Alaun in Würfeln an; macht man aber die Auflösung bis 45° heiſs, so scheidet sich $\frac{1}{3}$ schwefels. Th. + schwefels. Kali ab, und die heiſse Flüssigkeit krystallisirt nach dem Filtriren in Oktaëdern, läſst man sie aber über dem Niederschlag sich abkühlen, so schieſsen zuletzt wieder Würfelkrystalle an. Demnach ist es sehr wahrscheinlich, daſs der kubische Alaun $\frac{2}{3}$ schwefels. Th. + schwefels. Kali enthält, der oktaëdrische aber nur neutrale schwefels. Th. + schwefels. Kali. Der römische Alaun enthält nur 0,0005 schwefels. Eisenoxyd, weshalb man denselben, und weil er reich an Thonerde ist, zu gewissen Farben in der Kattundruckerei als Beitzmittel anwendet. *Darcet* fabricirte guten Römischen Alaun. (Siehe weiter unten die Eigenschaften des Alauns).

Das Alaunwerk zu Tolfa wurde 1460 oder 65 von *Johann de Castro* angelegt, fast gleichzeitig auch eins auf der Insel Ischia. Es sollen zu Tolfa jährlich gegen 12000 preuſs. Centner Alaun gewonnen werden. — *Collet-Descotils* in den A. d. M. I. sér. Tom. 1. p. 319. — *Cordier* in G. A. Bd. 69. S. 33. — Alaun von Rocca hat seinen Namen von Rocca in Mesopotamien (Syrien), dem jetzigen Edessa; andere meinen das Wort Rocca solle andeuten, es sei ein aus Gestein gefertigter Alaun, (woher die Uebersetzung *Al. rupeum*, *Al. de Roche*, *Rock-Alum*). Der Alaun von Rocca war in frühern Zeiten sehr berühmt; hier soll *Joh. de Castro* seine Kunst gelernt haben.

3) Aus der Alaunerde, ***Aluminite bitumineux, Alum-earth,*** meist Alaunerz genannt. Sie bildet untergeordnete Lager in Braunkohlenflötzen, weshalb sie auch mit diesen zusammen, oder sie ersetzend, auftritt. Derb, weich, zerreiblich, bräunlichschwarz, matt, erdig im Bruch, grobschiefrig, wird auf dem Strich glänzend, specif. Gewicht 1,2 bis 1,7. Man findet Alaunerde zu Freienwalde an der Oder, (Regbzk. Potsdam), seit 1717 dort entdeckt, wo sie ein mächtiges Flötz bildet, und bergmännisch, mittelst hineingetriebner Stollen, abgebaut wird; zu Schwemmsal bei Düben, (Regbzk. Merseburg) wo man die Alaunerde durch Tagebau gewinnt; zu Muskau in der Lausitz, zu Gleiſsen bei Zielenzig, (Regbzk. Frankfurt), Kreuzkirch bei Neuwied, (Regbzk. Coblenz), Pützberg hinter Friesdorf bei Bonn, Pützgen, Spich (Regbzk. Cöln). In Ungarn, Böhmen zu Commotau, in der Picardie in Frankreich, auch im Vivarais.

Die Zusammensetzung der Alaunerde geht aus der nachfolgenden Zusammenstellung der Resultate von *Klaproth* und *Bergemann* hervor.

Freienwalder Alaunerde, *Klaproth.*		Pützberger Alaunerde, *Bergemann.*
Thonerde	160	108
Kieselerde	400	453
Magnesia	2,5	—
Schwefel	28,5	39,4
Kohle	196,5	59,5
Eisenoxydul	64,0	55,0
Manganoxyd	—	6,0
Schwefels. Eisenoxydul	18,0	57,29
- Thonerde	—	12,0
- Kalk	15	17,1
- Kali	15	17,49
Salzs. Kali	5	3,51
Wasser	107,5	165,0
Schwefelsäure	—	4,74
	1012,0	998,03

Lampadius u. *Kersten* über d. Muskauer Alaunerz, E. J. Bd. 13. S. 166.

Da die Alaunerde keinen Alaun gebildet enthält, höchstens eine kleine Spur, so muſs die Bildung von schwefels. Th. künstlich hervorgerufen werden. Sind nämlich die Alaunerze von lockerer Beschaffenheit, nicht fest, hart, nicht bituminös, enthalten sie wenig Schwefelkies, so erfolgt, ohne vorhergegangene Röstung, die Verwitterung an der Luft freiwillig. Zu dem Ende werden dieselben in Halden aufgestürzt, die theils mit leichten Schoppen überdeckt sind, theils unter freiem Himmel sich befinden. Es erfolgt durch den Einfluſs von Sauerstoff und Wasserdampf eine Oxydation des Schwefels zu Schwefelsäure, des Eisens zu Oxydul, es erhitzt sich die Masse oft bis zur Entzündung, welche besonders beim Umschaufeln des Erzes stattfindet, die man jedoch zu unterdrücken sucht, weil durch dieselbe die Masse in Brand geräth, und dadurch ein Theil der Schwefelsäure zersetzt und als schweflige Säure verflüchtigt wird. Abwechslungen in der Temperatur, der Feuchtigkeit begünstigen das Verwittern sehr, weshalb man in der trocknen Jahreszeit die bedeckten Halden mit Wasser befeuchtet. Die Zeit, binnen welcher die Verwitterung möglichst vollständig erreicht wird, ist nach Maſsgabe der verschiednen Beschaffenheit der Erze sehr verschieden, 1, 1½, 2 Jahr; das Kennzeichen des vollendeten Prozesses ist das Beschlagen mit einem gelblich-weiſsen Salz, schwefels. Th., schwefels. Eisenoxydul, und die Ergiebigkeit an Alaunrohlauge, wenn eine Portion mit Wasser ausgelaugt wird. Der erzeugte Eisenvitriol ist nämlich durch die Einwirkung eines Theils Th. zersetzt worden, wodurch sich schwefels. Th. erzeugt hat, das Eisenoxydul ist in Oxyd übergegangen, welches mit Schwefelsäure ein basisches Salz bildet. Die bedeutend viel Schwefeleisen, Bitumen enthaltenden

Erze kommen gewöhnlich schon von selbst binnen Kurzem auf den Halden in Brand, und man zündet sie auch wohl absichtlich darum an, um das Bitumen zu zerstören, und die schwefelreichen Kiestheile dadurch in minder geschwefeltes Eisen zu verwandeln, welches sich an der Luft leicht zu schwefels. Eisenoxydul oxydirt, wogegen dies das höchst geschwefelte Eisen nicht thut. Zu dem Ende läſst man das geröstete Erz löschen, umschaufeln und zur Verwitterung auf Halden stürzen, welche nur kurze Zeit gebrauchen, um auslaugewürdig zu sein.

Das Auslaugen, *lessivage, lavage,* geschieht entweder auf den Halden mittelst aufgegoſsnem Wasser, (zu diesem Zweck muſs die Sohle der Halden wasserdicht und abschüssig sein), oder geschieht in hölzernen Auslaugekästen, *baquets*, *pits,* die aus Bohlen gefertigt, terrassenartig über einander aufgestellt werden, um das Abzapfen der Laugen möglichst zu erleichtern, und zwar so, daſs die schwache Lauge der obersten Kästen auf das Erz der untern gezapft wird, hier sich concentrirt, dann auf den dritten Kasten kommt, wo sie noch reichhaltiger wird. Sind die Erze nach zweimaligem Auslaugen erschöpft, so werden sie herausgeschafft und in Halden aufgestürzt, dem Verwittern wieder ausgesetzt, wodurch sie noch einmal Rohlauge liefern, sodann aber gewöhnlich gänzlich fortgeschafft. (In den ausgelaugten Erzen zu Freienwalde, die dort Hügel bilden, findet man bedeutend groſse Krystalle von Gypsspath in Menge, von dem Gehalt an Gyps im Alaunerz herrührend.) — Die Rohlauge wird in Rohlaugensümpfen, *settling cisterns,* wasserdichten Behältern, welche mit einem Schoppen bedeckt sind, aufbewahrt; hiedurch klärt sich die Lauge ab, es wirkt aber auch der Sauerstoff der Luft oxydirend auf den aufgelösten Eisenvitriol, es bildet sich neutrales schwefels. Eisenoxyd und ⅓ schwefels. Eisenoxyd schlägt sich als ein braungelber Schlamm nieder, welchen man von Zeit zu Zeit herausschafft, in eignen Oefen kalcinirt, wodurch man rothes Eisenoxyd erhält, (Braunroth, Berlinerroth, rothe Farbe genannt). An einigen Orten bedient man sich der Dornen- oder Tafelgradirung um schwache Rohlauge zu verstärken, wobei Gyps mit ⅓ schwefels. Eisenoxyd vermischt einen Dornenstein bildet, daher nicht so viel Pfannenstein aufbrennt, durch welchen die Pfannen sehr leiden.

Hierauf wird die Rohlauge in bleiernen Pfannen von verschiednen Dimensionen und Feuerungseinrichtungen zur raschen Abdampfung (z. B. hat man die Flamme, den heiſsen Rauch, über die Fläche der abzudampfenden Lauge geleitet, zu welchem Ende aber steinerne Siederäume erforderlich sind), versotten, wodurch nicht allein die Flüssigkeit durchs Verdampfen des Wassers concentrirt wird, sondern sich auch Gyps und ⅓ schwefels. Eisenoxyd aus-

scheiden. Die Siedezeit ist nach der Stärke der Rohlaugen und der mannichfachen Verfahrungsweise sehr verschieden. Die Lauge läſst man bis 75° in den Pfannen erkalten, schlägt sie dann in hölzerne Sümpfe, oder steinerne Behälter, Kühlkästen, *coolers,* zur Abklärung, wodurch ein dem oben erwähnten ganz gleicher Schlamm sich abscheidet. Die klare Lauge, welche hauptsächlich schwefels. Thonerde (und Eisenoxyd) enthält, wird nun gahr gesotten, welches bald längere, bald kürzere Zeit dauert, je nachdem dieselbe reiner ist, oder viele fremde Salze enthält, denn je reiner sie ist, desto mehr kann sie concentrirt werden. Man läſst die Lauge wieder klären und abkühlen, bringt sie sodann zum Mehlmachen, *brevetage,* in die Rühr- (Schüttel)kästen, setzt derselben ein Kalisalz zu, (will man Ammoniakalaun bereiten, ein Ammoniaksalz, meist aber auch etwas Kalisalz) und befördert durch fleiſsiges Umrühren die Erzeugung von Alaun, der sich als ein körniges Mehl niederschlägt, Alaunmehl.

Die Kalisalze, welche man hiezu anwendet, sind: kohlens. Kali, (Holzascheulauge, rohe Pottasche), schwefels. Kali, (der Rückstand von den Scheidewasserbrennereien, Fabriken von engl. Schwefelsäure), salzs. Kali, (Unterlauge, Seifensiederfluſs, welche auch salzs. Natron und etwas kohlens. Kali enthalten), in England Kelp, welcher viele Kalisalze führt. Man rechnet auf 100 Theile schwefels. Kali von Scheidewasserbrennereien 450, von den Bleikästen 50 bis 150 Theile Alaun. Die Wahl ist theils von der Natur der Rohlauge, theils vom Preis der Materialien abhängig. Schwefels. Kali wendet man am liebsten an, kohlens. Kali kann nur bei Ueberschuſs an Schwefelsäure in der Lauge gebraucht werden, sonst schlägt es Eisenoxyd und Thonerde mit dem Alaunmehl nieder; salzs. Kali setzt eine genugsame Menge von enthaltnen schwefels. Eisenoxyd voraus, beide zersetzen sich dann in schwefels. Kali und Chloreisen, letzteres bleibt in der Mutterlauge. Im Fall nicht hinlänglich schwefels. Eisenoxyd zur Zersetzung des Seifensiederflusses vorhanden wäre, so setzt man Mutterlauge von Eisenvitriol hinzu. Die Menge der hinzuzufügenden Präcipitirmittel bestimmt man nach einer im Kleinen gemachten Probe, man setzt sie in möglichst concentrirter Auflösung, das schwefels. Kali kochend heiſs, der Rohlauge zu, ja man hat sie auch in fein gepulvertem Zustand allmälig hinzugesetzt. Da nun der Alaun sich beträchtlich schwerer löst als die schwefels. Thonerde, so muſs sich der Alaun durch stetes Umrühren, gestörte Krystallisation, in kleinen Körnchen abscheiden, welches man deshalb bezweckt, damit derselbe möglichst wenig Mutterlauge aufnehme, die ihn durch Eisengehalt verunreinigt.

Nachdem sich das Mehl abgesetzt, die Lauge geklärt, läſst

man letztere in den Sumpfkasten ab, sticht ersteres aus, und läſst es auf einer hölzernen Bühne etwas ablaufen, bringt es dann auf eine aus Brettern zusammengefügte Waschbühne, (schiefe Ebne), und wäscht es mittelst Besen und eines dünnen Wasserstroms, um alle anhängende Mutterlauge abzuspühlen. Hierauf wird das gewaschne Mehl in siedendem Wasser in kleinen Pfannen aufgelöst, specif. Gewicht der Flüssigkeit 48 bis 50° B., die heiſse Lauge in tiefe cylindrische, oder konisch nach oben verjüngte Wachsgefäſse, (W.fässer,) *masses, casks,* welche zum Auseinanderschlagen eingerichtet und mit vielen hölzernen Stäbchen im Innern versehen sind, zur Krystallisation gebracht, welche im Sommer schneller, im Winter langsamer erfolgt. Man läſst dann die Mutterlauge vom Wachs ab, zerschlägt die Gefäſse und die Alaunkrystalle, trocknet dieselben. Die Mutterlaugen vom Mehl und vom Wachs werden theils für sich zugutegemacht, theils wird letztere der Rohlauge zugeschlagen, wovon weiter unten. — Hin und wieder löst man das Wachs nochmals auf, (schlägt mit blaus. Kali das Eisen nieder), und läſst die Lauge von 25 bis 30° B. in kleinen regelmäſsigen Krystallen anschieſsen, raffinirter Alaun, *Alun fin.*

In Frankreich hat man auch den Gebrauch, die Rohlauge so dick einzudampfen, daſs sie beim Erkalten gesteht, und in Klumpen geformt in den Handel zu bringen, unter dem Namen Magma. — Enthält die Rohlauge viel Eisenvitriol, so dampft man zum Krystallisationspunkt desselben ein, und läſst dann in eignen Krystallisirgefäſsen Eisenvitriol anschieſsen, welches nach einigen Tagen vollendet ist und nach Umständen nochmals wiederholt wird; dann erst wird die Alaunbildung vorgenommen.

Die Mutterlaugen sind nach Maſsgabe der Mischung der Erze und der Natur der hinzugesetzten Präcipitirmittel sehr verschieden; sie enthalten schwefels. Eisenoxyd, Magnesia, Kalialaun, auch Natronalaun, (indem Seifensiederfluſs Kochsalz enthielt), Chloreisen, selbst Glaubersalz. Man benutzt sie verschiedentlich: 1) man scheidet noch etwas unreinen Alaun aus; 2) man gewinnt aus der Chloreisen und schwefels. Eisenoxyd enthaltenden Mutterlauge durchs Abdampfen zur Trockne und Glühen rothe Farbe, oder man setzt zu säurereichen Laugen alt Eisen um Eisenvitriol zu bilden, den man krystallisiren läſst; hierdurch wird nämlich das in der Lauge vorhandne schwefels. Eisenoxyd in Oxydul umgebildet. 3) Man bedient sich der Mutterlauge zur Bildung von schwefels. Ammoniak durch Zusatz von Hirschhornsalz für die Salmiakfabrikation, oder zur Bereitung von Ammoniakalaun. 4) Auch Bittersalz gewinnt man aus magnesiahaltenden Erzen, (siehe oben beim Bittersalz Seite 437. und beim Alaunschiefer weiter unten). 5) Zur Bereitung von Berlinerblau. 6) Zum Beitzen von Messing, (siehe bei diesem).

Die Gewinnung des Alauns aus dem Alaunschiefer ist der so eben geschilderten ganz analog. Der Alaunschiefer, *Schiste*

pyriteux, S. alumineux, Schistus aluminaris, hat ein schiefriges Gefüge, Bruch erdig, graulich-schwarz oder bläulich-schwarz, schimmernd, undurchsichtig, specif. Gewicht 2,3 bis 2,4; er enthält nicht selten Versteinerungen in sich, so wie eine mehr oder minder bedeutende Menge Schwefelkies, mitunter auch viel Bitumen; er ist deutlich geschichtet, von Quarzadern häufig durchzogen, und bildet Lager von bedeutender Mächtigkeit im neuern Thonschiefergebirg. Man findet ihn in Böhmen, Sachsen, am Harz, in Schweden und Norwegen, in England zu Witby, zu Hurlett bei Paisley, in den Niederlanden bei Lüttich, zu Sulzbach bei Duttweiler (Regbzk. Trier), zu Velbert nächst Werden, Auroraalaunhütte, Alaunhütte von Siebel, Alaunhütte Gute Hoffnung bei Lintdorf, Klein-Umstand bei Essen (sämmtlich im Regbzk. Düsseldorf.)

Der Alaunschiefer wird stets geröstet, weil die feste, dichte Masse von der Luft nicht verändert wird, auch oft das Bitumen in solcher Menge vorhanden ist, dafs es nothwendig zerstört werden mufs. Das Rösten, *grillage*, wird auf einer mit Thon wasserdicht gestampften Sohle vorgenommen, man stürzt die Schiefer über ein Rostbett von Holz zu grofsen Rösthaufen, *fâdes*, auf, welche sehr lang aber schmal sind, und läfst das Feuer langsam und gleichmäfsig wirken; sobald dies eine Zeit lang geschehen, schichtet man wieder Holz auf und Schiefer, und fährt so fort, bis 6, 8 solche Lagen übereinander liegen und der Rösthaufen eine beträchtliche Höhe erreicht hat. Um die Lauge, welche durch Regen aus dem Haufen ausgezogen wird, nicht zu verlieren, ist eine wasserdichte Grube mit Rinnen angebracht, in welche sich von der Sohle der Roststätte aus alle Flüssigkeiten hinbegeben. Bei diesem Röstprozefs ist eine zu starke Hitze stets nachtheilig, es wird dadurch die Menge der sich bildenden Schwefelsäure vermindert, wodurch nur basische Salze entstehen. Ist dies erfolgt, so wird das überröstete Erz, *cendres passées*, mit frischem Schiefer gemengt, und mehrmals umgeschaufelt. Es verdient bemerkt zu werden, dafs durch das Kali des verbrannten Holzes etwas Kalialaun in der Rohlauge enthalten ist, den man gewöhnlich vor dem Zusatz von alkalischen Salzen durch Krystallisation abscheidet; wurden beim Rösten Steinkohlen angewendet, so enthält die Rohlauge Ammoniakalaun, da schwefels. Ammoniak durch die Steinkohlen sich bildet. Enthält der Alaunschiefer Magnesia, so erzeugt sich auch Bittersalz, welches, wie zu Garphyttan in Schweden und im Regbzk. Düsseldorf auf dem Alaunwerk Klein-Umstand bei Essen u. a. a. O. aus der Mutterlauge geschieden wird; es ist aber meistens unrein, und mufs durch Umkrystallisiren gereinigt werden.

v. Oeynhausen und *v. Dechen* über d. Gewinn. d. Alauns in d. Gegend von Lüttich, in K. A. f. B. u. H. Bd. 10. S. 248. — *Erdmann* üb. d. Alaunschiefer zu Garnsdorf, in seinem J. Bd. 13. S. 108.

4) Aus Thon und Schwefelkies haltenden Steinkohlen. In Oberschlesien, (Mislowitz, Regbzk. Oppeln), im Königreich Polen, und dem Gebiet von Krakau, Galizien, bedient man sich gewöhnlich des Grubenkleins oder der Staubkohlen von den dortigen mächtigen Steinkohlenflötzen, welche einen geringen Werth haben, zur Bereitung von Alaun, indem ihre Asche reich an Thonerde ist, und aus dem Schwefeleisen durchs Rösten sich Schwefelsäure erzeugt. Zu dem Ende werden diese kleinen Kohlen in grofse Halden aufgestürzt von 60 Fufs Länge, 10 F. Breite, 7 F. Höhe, und angezündet, wodurch zuerst die äufsere Fläche verascht, sodann langsam auch das Innere; man kratzt die Asche ab, wodurch der Luft der Zutritt zum Innern erleichtert wird. Eine sorgfältige Regierung des Feuers ist aus Gründen, welche bereits oben erörtert worden sind, nothwendig; bei windigem Wetter mufs die dem Wind zugekehrte Fläche mit abgelaugten Erzen bedeckt werden. Zur Sommerszeit besprengt man die Halden mit Wasser, wodurch theils die Verflüchtigung der Schwefelsäure aufgehalten, theils auch das Verbrennen der Kohlen im Innern begünstigt wird. Das Veraschen eines Haufens dauert 8 bis 12 Monate. Die Aschenkrusten werden alle Wochen, oder 2 Wochen, mit Krücken abgeräumt und als Alaunerze dem Auslaugeprozefs unterworfen. Man bedient sich hiezu Laugekästen oder Tonnen, welche mit Tannenreisern zur Hälfte gefüllt und diese mit Asche beschüttet werden, giefst dann kochendes Wasser auf, und zapft die Lauge nach einigen Stunden ab. Von 7 Tonnen kleiner Kohlen rechnet man 1 Tonne Asche, hieraus $\frac{1}{8}$ Centner Alaun.

Die ausgelaugte Asche dient zum Bedecken der brennenden Halden, wodurch sie selbst wieder, vermöge der Schwefelsäure, die sie aus jenen aufnimmt, auslaugbar wird; man läfst sie auch halb erschöpft über wasserdichten Sohlen in kleine Haufen aufstürzen und an der Luft liegen, wodurch eine Verwitterung, Oxydation eintritt, die sie nach einiger Zeit auslaugewürdig macht. Zum Versieden wendet man eiserne, nicht bleierne, Pfannen an; die Rohlauge enthält Ammoniakalaun.

Hollunder in K. A. Bd. 13. S. 275.

5) Man verfertigt endlich auch Alaun aus Thon und Schwefelsäure auf verschiedne Weise, welchen Alaun man in Frankreich *Alun de fabrique*, *Al. de toutes pièces* nennt. Die ersten, welche auf diese Art Alaun fabricirten, waren *Alban* zu Javelle bei Paris, *Chaptal* zu Montpellier; seit jener Zeit sind mannich-

faltige Verbesserungen in diesem Zweig der Industrie gemacht worden. Man wählt feuerbeständigen Thon aus, welcher möglichst wenig Kalk und Eisenoxyd enthält, weil diese einen Theil der Schwefelsäure verzehren. Der Thon wird in Flammöfen geglüht, dann durch vertikale Mühlsteine zerrieben, gesiebt; je feiner die Pulverung, desto besser gelingt die Auflösung in der Schwefelsäure. Man wendet deshalb kalcinirten Thon an, weil dieser die Säure leichter annimmt, als feuchter Thon, und überhaupt auch feiner zu zertheilen ist, das Eisenoxyd nach dem Glühen von Schwefelsäure nicht aufgelöst wird; jedoch darf der Hitzegrad bei der Glühung nicht zu grofs sein, weil sonst durchs feste Zusammenbacken die Verwandtschaft der Säure zum Thon vermindert wird. Das Kalciniren geschieht bei demselben Feuer, welches die Siedepfannen heitzt. 100 Theile dieses gebrannten und fein gemahlnen Thons werden mit 45 Theilen Schwefelsäure aus den Bleikästen von 45° B. (1,45) in einem steinernen Behälter, welcher oben überwölbt ist, vermengt; über der Oberfläche dieses Behälters streicht unter dem Gewölbe die heifse Luft und der Rauch vom Flammofen, welcher vorher noch 2 Abdampfpfannen geheitzt hat, hinweg, und erwärmt dadurch die Mischung bis zu 70°. Hiedurch verdickt sich nach und nach das Gemeng, so dafs es aus dem Behälter ausgestochen und in einem warmen und feuchten Lokal in Haufen aufgeworfen werden kann. Diese müssen wenigstens einen Monat ruhen, ehe man sie auslaugt, je länger, desto besser.

Man versuchte auch schwefels. Thonerde auf die Art darzustellen, dafs man Thon mit Säure von 5 bis 6° B. anrührte, in die Bleikästen eintrug, und damit den Boden derselben 6 bis 7 Zoll hoch bedeckte; nach jedem Abbrennen von Schwefel und Salpeter wendete man beim Lüften des Apparats die Masse, und liefs sie so lange im Kasten, bis eine zur Erzeugung von 40° B. starker Schwefelsäure hinlängliche Portion des Gemisches verbrannt worden war.

Die so behandelte schwefels. Thonerde, *pâte alumineuse,* wird ausgelaugt; man erhält durch das öftere Aufschütten von Wasser viel schwache Laugen, *petites eaux,* welche stark abgedampft werden müssen. Sämmtliche Rohlaugen werden bis 20° B. abgedampft, dann in Kühlkästen geleitet, nach dem Klären abgelassen, und auf 25° B. gebracht, wenn schwefels. Ammoniak, und auf 40° B. wenn schwefels. Kali zugesetzt werden soll um Mehl zu machen; alles übrige Verfahren ist mit obigem gleich.

Man hat auch Thon mit Pottasche gemengt, das Gemeng kalcinirt, und fein gemahlen mit schwacher Schwefelsäure aufgelöst; hierdurch entsteht Alaun, den man krystallisirt, wieder auflöst und durchs Umkrystallisiren reinigt.

Curaudau lehrte 5 Theile Schwefelpulver, 2 Th. Salpeter, 5 Th. schwefels. Kali mit 100 Th. getrockneten Thon mengen, mit Wasser daraus Kuchen formen, welche getrocknet in einem Flammofen 24 Stunden lang der Rothglühhitze ausgesetzt werden. Darauf wird der Thon gepulvert, und mit 15% conc. Schwefelsäure gemengt, und nach und nach 50 Th. Wasser unter Umrühren zugesetzt; ist die Auflösung erfolgt, so laugt man mit Wasser aus, dampft die Laugen ein und gewinnt Alaunkrystalle, etc. J. d. p. I. Bd. 15. S. 214. — Neuerdings ist von *Sprengel* vorgeschlagen worden, Kalialaun aus geschlemmten Feldspath und conc. Schwefelsäure durch warme Digestion darzustellen. E. J. Bd. 8. S. 220.

II. Natronalaun, schwefelsaures Thonerde-Natron, *Sulfate d'Alumine et de Soude*, *S. of A. and Soda*, $(\bar{A}l\dddot{S}_3 + \dot{N}a\dddot{S} + 26\dot{H})$, kommt in einer Höhle auf der Insel Milo vor und wird im Kleinen dadurch erhalten, daſs man zur Auflösung von schwefels. Thonerde Glaubersalz hinzusetzt, oder Kochsalz, wenn freie Säure vorwaltet. Die Auflösung wird nur mäſsig abgedampft, der Natronalaun krystallisirt allmälig bei 20°. Er bildet sich auch als Nebenprodukt auf den Alaunwerken, wenn man zum Mehlmachen Seifensiederfluſs anwendet, welcher neben dem Chlorkalium auch Chlornatrium enthält; er bleibt in der Alaunmutterlauge, und läſst sich aus derselben durch gelindes Abdampfen scheiden. Es scheint aber eine besonders eingerichtete Produktion desselben, wegen des erforderlichen gelinden Abdampfens, nicht sehr räthlich.

III. Ammoniakalaun, schwefelsaures Thonerde-Ammoniak, *Sulfate d'Alumine et d'Ammoniaque, S. of Al. and Ammoniaca*, $(\bar{A}l\dddot{S}_3 + \bar{H}_3N\dddot{S} + 24\dot{H})$, kommt in Böhmen gebildet vor, in einem Braunkohlenlager bei Tschermig, zwischen Kaden und Kommotau, im Thal der Eger; der krystallinische Alaun bricht dort von grauweiſser Farbe in Gangtrümmern, fettglänzend, Bruch strahlig, halb durchsichtig, specif. Gewicht 1,56. Man fand denselben 1816, und benutzt die mit Alaun durchdrungnen Braunkohlen auf eine bereits oben Seite 457. erörterte Weise, indem man dieselben auf Halden stürzt, entzündet, und dann noch zur Verwitterung der Luft auslegt. Hiedurch bildet sich nochmals schwefels. Ammoniak, welches aber, um mit der vorhandnen schwefels. Thonerde Alaun zu erzeugen, nicht ausreicht, weshalb man zum Mehlmachen Seifensiederfluſs zusetzt, wodurch also Kali- und Ammoniakalaun gleichzeitig entstehen; die Mutterlauge enthält auſser Eisenvitriol auch Bittersalz.

Ammoniakalaun verfertigt man besonders in Frankreich, den Niederlanden, in England, indem man zur Alaunrohlauge theils kohlens. Ammoniak, (Hirschhorngeist, gefaulten Urin), theils schwefels. Ammon. hinzusetzt, auch die durch trockne Destillation von Steinkohlen bei der Gasbeleuchtung gewonnene ammoniakalische Flüssigkeit. Bei uns ist diese Bereitungsweise nicht so gewöhn-

lich. 100 Theile schwefels. Ammoniak erzeugen 600 Th. Alaun; man kann zu dem Ende die Rohlauge bis zu 25° B. abdampfen, weil das hinzuzusetzende Präcipitirmittel leicht auflöslich ist, also nur wenig Wasser zu seiner Auflösung bedarf, wodurch die Laugenmenge nicht beträchtlich vermehrt wird. Meistens enthält der Ammoniakalaun gleichzeitig Kalialaun, weil man wegen des höhern Preises des Ammoniaksalzes Kalisalz mit hinzusetzt, gewöhnlich ⅓.

Reinigung des Alauns. Da fast alle Sorten Alaun mehr oder weniger schwefels. Eisenoxyd enthalten, z. B. der römische 0,0005, der lütticher 0,001, der von Javelle 1,0008, der englische 0,0012, (eisenfrei war der neapolitanische), so ist es wichtig, besonders für die Anwendung desselben in der Färberei und Kattundruckerei, bei lichten, delikaten Farben, wo der Gehalt an Eisenoxyd stumpfe Farben bedingt, den Alaun zu reinigen. Dies geschieht durch (mehrmaliges) Umkrystallisiren und gestörte Krystallisation nicht vollständig, besser mit Eisencyanurkalium (Lauge von der Krystallisation des Salzes). Die Prüfung des Alauns auf einen Gehalt an Eisen geschieht mit einer Auflösung von blausaurem Eisenkali; bläut sich die *Flüssigkeit* nicht sogleich, sondern erst nach 1 bis 2 Stunden, so ist der fragliche Alaun eben so rein, als der römische; ist aber selbst nach 24 Stunden keine Bläuung in der Flüssigkeit zu sehen, so ist der Alaun reiner, als der römische.

Alaunproduktion im preufsischen Staat:

1825	28191¾	Centner.	1829	37622¼	Centner.
26	29883	-	30	36413	-
27	36072	-	31	37735½	-
28	31838¾	-	32	39554¾	-

Die Alaunproduktion im Jahr 1832 war:

Oberbergamts-Distrikt.	Centner.
Brandenburg-preufsischer	8354
Schlesischer	8065¾
Niedersächsisch-thüringscher	3730
Westphälischer	—
Rheinischer	19405
	39554¾
Hiezu kommen noch vom Alaunwerk zu Muskau etwa	8000
von der chemischen Fabrik in Oranienburg	2000
	49554¾

Frankreichs Alaunproduktion betrug 1826 41045 pr. Centner.

Der Kalialaun krystallisirt mit 45,5 % Wasser verbunden in farblosen, durchsichtigen Oktaëdern, deren Kanten und Ecken nicht selten abgestumpft sind, ist geruchlos, schmeckt süfslich, herb, zusammenziehend, löst sich bei 12,5° in 13,3, bei 87,5° in

0,6 Theilen Wasser auf, die Auflösung reagirt sauer, specif. Gewicht der concentrirtesten 1,0465. Er verwittert an der Luft, schmilzt in der Wärme, verliert sein chemisch gebundnes Wasser, bläht sich auf und liefert eine schwammige, weiſse Masse, gebrannten Alaun, *alun calciné*, *calcined alum*, welcher sich in Wasser nur sehr langsam wieder auflöst. In höherer Hitze entweicht Schwefelsäure und es bleibt Thonerde gemengt mit schwefels. Kali zurück. Er besteht aus: 9,94 Kali, 10,82 Thonerde, 33,77 Schwefels., 45,47 Wasser. — Natronalaun kommt in Krystallform dem Kalialaun vollkommen gleich, er verwittert aber sehr stark, (wegen des schwefels. Natrons), löst sich in 2,14 Wasser von 13° auf, specif. Gewicht der concentrirtesten Auflösung 1,296; er besteht aus: 6,55 Natron, 10,77 Thonerde, 33,62 Schwefels., 49,06 W. — Ammoniakalaun krystallisirt in regelmäſsigen Oktaëdern, verwittert nicht mehr als der Kalialaun, löst sich nicht viel leichter auf als dieser, schmeckt und reagirt gleich, er unterscheidet sich aber durch folgende Eigenthümlichkeiten: er läſst beim Erhitzen schwefels. Ammoniak und Schwefelsäure entweichen, hinterläſst Thonerde (siehe oben Seite 446.), entbindet Ammoniak beim Behandeln mit ätzenden Alkalien und Erden. Er besteht aus: 3,79 Ammon., 11,35 Thonerde, 35,42 Schwefels., 49,44 Wasser.

Man bedient sich des Alauns um Thonerdehydrat und vielerlei Thonerdepräparate darzustellen, man gebraucht ihn in der Färberei, Kattundruckerei theils an sich als Beitzmittel, theils auch zur Gewinnung von essigs. (salzs.) Thonerde, von so genanntem kubischen oder neutralen Alaun, in der Türkischrothfärberei; zur Bereitung von Lackfarben; in der Weiſsgerberei, zum Leimen des Papiers, zum Planiren, zum Klären, (zum Brodbacken, um das Waizenbrod weiſser zu machen), zur Bereitung von feuersichern Anstrichen auf Gewebe, Holzwerk etc., zum Reinigen des Fetts, Talgs; in der Medicin etc.

$\frac{2}{3}$ schwefelsaure Thonerde + schwefels. Kali, kubischer, neutraler Alaun, $(\ddot{A}l\dddot{S}_2 + \dot{K}\dddot{S})$. Man erhält dieses Salz dadurch, daſs man zu einer Auflösung des Alauns so lange kohlens. Kali hinzusetzt, bis sich Thonerdehydrat anfängt abzuscheiden, ohne sich wieder zu einer klaren Flüssigkeit aufzulösen. Es entsteht hierdurch noch einmal so viel schwefels. Kali, als schon im Alaun vorhanden, und $\frac{2}{3}$ schwefels. Thonerde. Die Flüssigkeit krystallisirt in Würfeln, wird in der Färberei und Kattundruckerei theils an sich als Beitzmittel gebraucht, indem es vor gewöhnlichem Alaun voraus hat, daſs es durch keine saure Reaktion die Farbentöne ändert, was erster zu thun pflegt, die Zeuge nicht mürbe macht, theils und besonders zur Bereitung der essigs. Thonerde, um dieselbe recht thonerdereich zu erzeugen. Auch durch

zerfallnen Kalk kann man Alaun durchs Kochen in dieses Salz umwandeln; dieselbe Verbindung erhält man auch dadurch, daſs man frisch gefälltes Thonerdehydrat, oder $\frac{1}{3}$ schwefels. Thonerde + schwefels. Kali mit einer Alaunauflösung digerirt; nur ist in diesen Fällen nicht ebenso viel schwefels. Kali dabei, wie im erstern, es sei denn, daſs etwas schwefels. Kali noch besonders hinzugethan würde. — In wiefern der römische Alaun hierher gehört, ist vorn Seite 451. dargethan.

$\frac{1}{3}$ schwefels. Thonerde + schwefels. Kali, *Alun saturé de sa terre*, ($\ddot{Al}\dddot{S} + \dot{K}\dddot{S}$), erhält man durchs Kochen einer Alaunauflösung mit Thonerdehydrat; ein weiſses, geschmackloses, erdiges Pulver, in Wasser unlöslich; aus der Auflösung des römischen Alauns scheidet sich dasselbe durchs Erhitzen ab. Es besteht aus: 10,82 Kali, 35,17 Thonerde, 36,19 Schwefels., 17,82 W.

Riffault über basischen Alaun, S. n. J. Bd. 2. S. 450. — *Ure* über Natronalaun, das. Bd. 6. S. 183. — *Lampadius* über Ammoniakalaun in Böhmen, G. A. Bd. 73. S. 303. — Ueber Natronalaun J. d. p. I. Bd. 2. S. 455. — *Strachan* Alaunbereitung, D. p. J. Bd. 30. S. 417. — *Shepard* Natronal. auf Milo, S. n. J. Bd. 27. S. 43. — *Lampadius* über Al.fabrikat., E. J. Bd. 13. S. 116.

Halb phosphors. Thonerde, kommt mit Fluoraluminium gemengt als **Wawellit** vor, kann auch künstlich erhalten werden; $\frac{1}{2}$ phosphors. Thonerde + phosphors. Lithion, **Amblygonit**; $\frac{1}{2}$ phosphors. Thonerde + $\frac{1}{2}$ phosphors. Magnesia und Eisenoxydul, **Lazulith**, (Türkis, Kalait gehören auch hierher). — **Phosphors. Thonerde-Ammoniak** ist in erdiger Form in einer vulkanischen Höhle auf der Insel Bourbon gefunden worden. — **Salpetersaure Thonerde**, *Nitrate d'Alumine, N. of Al.*, ($\ddot{Al}\overset{.....}{N}_3$), auf direktem Weg, krystallisirt durch langsames Abdampfen in kleinen Blättern, durch schnelles Eindunsten wird sie gummiartig, schmeckt sauer, zusammenziehend, löst sich in Wasser und Alkohol leicht auf, zerflieſst an der Luft, besteht aus: 24 Thonerde und 76 Salpeters.

Kieselsaure Thonerde, *Silicate d'Alumine, S. of Al.*, kommt in mannichfaltigen Verbindungen in sehr vielen Fossilien vor. Neutrale kiesels. Thonerde, ($\ddot{Al}\dddot{Si}_3$), findet sich in allen feuerfesten Thonarten, wie z. B. in dem von Brierleyhill unfern Stourbridge in Staffordshire, von Rouen, von den Steinkohlengruben von Högenäs in Schweden; fast gehört auch die Porzellanerde von Aue bei Schneeberg hierher, jedoch sind die Porzellanerden in ihrer Mischung nicht konstant. (Ueber die wichtigsten Thonarten etc. weiter unten.) — $\frac{1}{6}$ kiesels. Thonerde, Cyanit *(Disthéne)*, sehr hart.

Kieselsaures Thonerde-Kali, Feldspath, *Felspath, Felspar*, (Petuntze der Chinesen), ($\dot{K}\dddot{Si} + \ddot{Al}\dddot{Si}_3$), kommt in der Natur ziemlich häufig vor, theils krystallisirt, theils, und zwar weit

häufiger, in krystallinischen Massen, derb und eingesprengt (in Granit), Bruch uneben ins Splittrige, durchscheinend, Perlmutterglanz, zum Theil dem Glasglanz nahe stehend, von weiſser, grauer, rother, grüner Farbe. Er findet sich auf Lagern und Gängen, bildet einen wesentlichen Gemengtheil der Granite, Gneise, Syenite, Diorit, Dolerit u. a. m.; sein Vorkommen ist weit verbreitet. Man bezieht ihn bei uns aus Schlesien von Schreiberhau, von Lomnitz zwischen Hirschberg und Schmiedeberg. — Glasiger F., in Trachyt, Laven, Bimmsstein eingewachsne Krystalle, im Drachenfels im Siebengebirge etc. — Feldstein, dichter Feldspath, *Petrosilex, compacte Felspar,* derb, an den Kanten durchscheinend, splittrig im Bruch, meist glanzlos, weiſs, grau, roth, grünlich, kommt theils für sich vor, theils als Gemengtheil im Gabbro, Grünstein, Feldsteinporphyr; am Harz, im Erzgebirge, Schweden, Schottland.

Benutzung des Feldspaths hauptsächlich als Fluſsmittel, *fondant,* zu den Porzellanmassen, um das Zusammensintern zu bewirken, zur Glasur von Porzellan, Steingut, indem derselbe zu einem weiſsen Glas im Feuer schmilzt; zur Glasfabrikation. Nach *Fuchs* kann man aus Feldspath Kali, nach *Sprengel* Alaun gewinnen.

Kieselsanres Thonerde-Natron, Albit, $(\dot{Na}\dddot{Si} + \overline{\dddot{Al}}\dddot{Si}_3)$, verhält sich im Allgemeinen wie der Feldspath. — Kiesels. Thonerde + doppelt kiesels. Lithion, Petalit; hieher auch der Spodumen. Hier reiht sich anch der Lasurstein, *Lapis Lazuli*, an, welcher derb vorkommt, von feinkörnigem Bruch, wenig glänzend, lasurblau, mit eingesprengten Schwefelkiespunkten. Man findet ihn auf Gängen im ältern Gebirge, in Sibirien am Baikalsee, in der kleinen Buchareí, besonders in China. Er besteht aus Kieselerde 35,8, Thonerde 34,8, Natron 23,2, Schwefel 3,1, kohlens. Kalk 3,1. Man benutzt ihn nicht allein als Zierstein, sondern auch zur Bereitung des Ultramarins, *Outremer*, einer vortrefflichen, ächten blauen Farbe für die Oelmalerei und Lackirkunst. Man erhitzt den Lasurstein bis zum Rothglühen, löscht in Wasser ab, pulvert aufs feinste, und unterwirft ihn einem Schlemmprozeſs, wodurch das zarteste und feurigste Pigment zuerst, dann die lichtern Tinten erhalten werden. Zu dem Ende bereitet man eine Harzmasse, *ciment*, mit welcher man das zarte Pulver zusammenknetet; dieses harzige Gemisch wird dann unter kaltem Wasser geknetet, wodurch die feinsten Farbtheile sich dem Wasser beimengen. (Das Detail im D. t. Tom. 3. p. 225.)

Man hat in neuester Zeit künstlichen Ultramarin gefertigt, und *Gmelin* hat eine Anweisung zur Darstellung bekannt gemacht. Man nimmt Kiesel- und Thonerdehydrat, Aetznatronlauge und Schwefel, dampft ab, setzt kohlens. Natron und Schwefel hinzu, und schmelzt die trockne Masse in einem Tiegel, wobei der Sauerstoff der Luft nothwendig Zutritt haben muſs, soll die Farbe gehörig blau werden. Daſs diese Farbe vom

Schwefel herrührt, und nicht von irgend einem andern färbenden Metalloxyd, ist sicher, aber in welchem Zustand der Schwefel dieses bewirkt, ist noch nicht enträthselt. *Guimet* in Frankreich fertigt sehr schönen Ultramarin, aber zu hohen Preisen.

Guimet in D. p. J. Bd. 29. S. 395. — *Gmelin* in P. A. Bd. 14. S. 363. — S. n. J. Bd. 22. S. 206., 483. — *Bussy* in D. p. J. Bd. 37. S. 134. — *Merimée* über *Guimet's* Ultr., B. d. l. s. d'E. 1831. p. 227. — Ueber d. Anwend. zum Bläuen d. Papiers, D. p. J. Bd. 41. S. 220. — *Robiquet* das. Bd. 50. S. 298.

Zweifach thons. Magnesia, Spinell; zweifach thons. Eisenoxydul + zweifach thons. Magnesia, Pleonast (mit Blei- und Zinkoxyd, siehe bei diesen). Thons. Beryllerde + kiesels. Thonerde, Cymophan.

Ueber Thonarten, deren Vorkommen, Eigenschaften, Benutzung zu verschiednen Zwecken der Gewerbsamkeit.

Die verschiednen in den Gewerben so nützlich angewendeten unentbehrlichen Thonarten gehören nicht unter die primitiven Gebilde unsers Erdkörpers, sondern unter die sekundären, durch Zerstörung früherer entstandnen; es ist daher auch unmöglich, die charakteristischen Kennzeichen derselben im Allgemeinen und im Speciellen genau anzugeben, da so unzählig viele Uebergänge und Varietäten existiren, und überhaupt in einer Grube oftmals verschiedne Lagen nicht mit einander übereinstimmen.

Die Thonarten kommen in folgenden Eigenschaften mit einander überein: 1) sie lassen sich in Wasser zertheilen, und bilden damit eine fettige, zähe Masse, die knet- und formbar ist (jedoch in verschiednen Graden). 2) Sie werden durchs Trocknen fester, werden in einem passenden Feuersgrad mehr oder minder hart, selbst bis zum Feuerschlagen an einem Stahl; in diesem Zustand lassen sie sich nicht mehr mit Wasser vermengen. An sich sind die reinen Thonarten unschmelzbar, so wie aber fremde Beimischungen sich in ihnen finden, z. B. kohlens. Kalk, Eisenoxyd, so werden sie bald leichter bald schwerer schmelzbar. Die Thonarten schwinden im Feuer, und zwar sehr verschieden, indem sie ihr Wasser verlieren, und die ungleichartigen Theilchen einander näher rücken; sie saugen alle begierig Wasser an, weshalb sie auch sich an die feuchte Zunge hängen; unreine, ockerenthaltende, Thonarten geben einen eignen unangenehmen Geruch von sich, wenn sie angehaucht werden. — Die gewöhnlichen Thonarten enthalten: überschüssige Kieselerde (Sand), wodurch ihre Bildsamkeit, Zähigkeit vermindert wird; Eisenoxyd bedingt Färbung, sowohl im ungebrannten, als gebrannten Zustand, und macht auch die Masse leichter schmelzend; Schwefelkies (geschwefeltes Eisen) bedingt durch Zersetzung einen Gehalt an Eisenoxyd, macht Risse, Borsten; kohlens. Kalk erzeugt bedeutende Schmelzbarkeit, Magnesia eine be-

besonders auffallende Fettigkeit, keineswegs aber Schmelzbarkeit; Ueberreste von zerstörten Pflanzentheilen bedingen beim Verbrennen leere Räume, Borsten.

Brongniart theilt die Thonarten ein, in 1) feuerfeste, *Argiles apyres*, *fire clay*, 2) schmelzbare, *A. fusibles*, 3) brausende (kohlens. Kalk enthaltende), *A. effervescentes*, 4) ockrige, *A. ocreuses*.

D. d. sc. n. Tom. 3. „Argile." — D. t. Tom. 17. „Poteries."

I. Feuerfeste Thonarten sind in keinem Ofen zu schmelzen, sie schwinden beträchtlich beim Brennen, sind mitunter wenig bindend; sie enthalten entweder keinen oder äuſserst wenig kohlens. Kalk und Eisenoxyd, woher es kommt, daſs sie sich weiſs brennen. Man wendet solche Thonsorten zur Verfertigung von Porzellan, Steingut, Steinzeug an. Man rechnet hieher folgende:

1) Kaolin, Porzellanerde, *Terre à Porcelaine, Porcelain-earth*, *China clay*, eine nach der Meinung der Mineralogen aus (Feldspath) Porzellanspath (kiesels. Thonerde, Kalk und Natron) durch Zersetzung entstandne Masse, erdig, zerreiblich, mager anzufühlen, weiſs, auch röthlich, grauweiſs etc.; findet sich im Urgebirge auf Lagern und in einzelnen gröſsern Partieen im Granit, zum Theil mit Quarz und Glimmerkrystallen, welche auf die Entstehungsart des Kaolins aus Porzellanspath hindeuten. Man findet ihn zu Aue bei Schneeberg, (dies Lager ist erschöpft), zu Sedlitz bei Meiſsen, bei Morl im Saalkreis unweit Halle, (Sennewitzer, Sebner Porzellanerde, der Porphyrformation angehörig); zu Strebel am Fuſs des Zobtenbergs in Schlesien; im baierischen Landgericht Wegscheid im Unterdonaukreis zu Obernzell und Diendorf unweit Passau; zu St. Yriex-la-perche, 5 Meilen von Limoges (Kaolin de Limoges), zu Epieux bei Cherbourg, zu Alençon; in Cornwall bei St. Austle (*Cornish clay*, *China clay*), zu Tregoninghill bei Helstone, ein feldspathreicher veränderter und aufgelöster Granit (*China stone*, *Cornish stone*, ein wenig Quarz enthaltender Granit, dessen Feldspath in Porzellanerde übergegangen, welcher aber immer noch ziemlich viel kiesels. Kali enthält, um zur Glasur angewendet werden zu können); in China, Japan.

Analysen einiger Porzellanerden.

	von Aue	von Passau	von St. Yriex
Kieselerde	46	45,06	46,8
Thonerde	39	32,00	37,3
Kalk	—	0,74	—
Eisenoxyd	0,25	0,90	—
Kali	—	—	2,5
Wasser	14,50	18,00	13,0
	99,75	96,70	99,6

Berthier in D. p. J. Bd. 12. S. 361. — *Kühn* in S. n. J. Bd. 27. S. 34. *Schmitz* über das Vorkommen d. Porz.erde in Baiern, B. K. u. Gbl. 1833. S. 179, 241.

2) **Plastischer Thon**, *Argile plastique, plastic clay,* **Pfeifenthon**, *Terre à pipes, pipe clay* (Porzellan-, Steingut-, Kapselthon), sehr zähe, bildsam, brennt sich fest, und ist im Porzellanfeuer unschmelzbar; einige Sorten brennen sich gelb, andere nicht. Er besteht aus Kiesel-, Thonerde und sehr wenig Eisenoxyd.

Im Königreich Preuſsen finden sich solche Thonarten im Regbzk. Coblenz zu Vallendar, von wo aus die Steingutfabriken von Metlach bei Saarbrücken, zu Wallerfangen u. a. m. ihren Thon beziehen, vieler geht auch ins Ausland, nach den Niederlanden und Frankreich. Im Regbzk. Cöln, in der Nähe der Stadt, und in den Umgebungen des Laacher Sees an mehrern Punkten; man nennt diesen weiſsen Thon auch gewöhnlich Cölnischen Pfeifenthon. Er wird zu Steingut, Pfeifen etc. verbraucht, und häufig ins Ausland verkauft (im Jahr 1827 23532 Centner). Im Regbzk. Merseburg wird unweit Halle, auf dem linken Ufer der Saale, bei den Dörfern Bennstädt, Kapselthon, bei Niedleben, besonders zu Salzminde, feuerfester Pfeifenthon gegraben, welcher von den Steingutfabriken zu Berlin, Rheinsberg, Magdeburg, Althaldensleben u. a. verbraucht wird. Ferner zu Beidersee ein für die Porzellanfabrikation brauchbarer Thon; zu Belgern a. d. Elbe ein feuerfester Thon für Steinzeug, desgleichen zu Hohenleipa u. a. a. O. mehr. Regbzk. Liegnitz zu Tillendorf bei Bunzlau, welcher zu dem bekannten Bunzlauer Geschirr verarbeitet wird, zu Muskau, Freystadt. Bei Gefell im Hennebergschen, Regbzk. Erfurt, findet sich eine zur Steingutfabrikation brauchbare Sorte Pfeifenthon. Regbzk. Oppeln zu Ruda bei Beuthen, rother und weiſser feuerfester Thon für die Muffeln zur Zinkdestillation, zu Kattowitz bei Königshütte, grauer zu Lissek bei Ratibor, Proskau nächst Oppeln (Steingutgeschirr).

Bei Marmagen im Regbzk. Trier findet sich eine Art Thon, **Lenzin** genannt, theils opalartig durchscheinend, theils thonartig undurchsichtig; erster ist milchweiſs, von flachmuschligem Bruch, letzter mehr erdig, specif. Gewicht 1,8 bis 2,0. Erster besteht aus 37,5 Kieselerde, 37,5 Thonerde, 25 Wasser, einer Spur Kalk; letzter aus 39,0 K., 35,5 Th., 25,0 W., 0,5 Kalk. Nach angestellten Versuchen ist dieses Fossil für die Porzellanfabrikation nicht anwendbar, die Masse mit Feldspath versetzt und gehörig glasirt war gelblich, nicht genug durchscheinend; für Steingutfabriken dürfte es brauchbar sein.

Im Königreich Sachsen zu Hubertusburg, Koldiz (am erstern Ort besteht eine Steingutfabrik), in den sächsischen Herzogthümern auf dem Thüringer Wald, in Kurhessen zu Groſs-Almerode, (be-

rühmte Schmelztiegel etc.); im Königreich Böhmen im Bunzlauer und Leitmeritzer Kreis.

Man findet feuerfesten plastischen Thon in England in Devonshire, den man in den Potteries von Staffordshire, in Northumberland verarbeitet; er ist grau, brennt sich aber weiſs. Von ähnlicher Beschaffenheit ist der Thon von Cornwales, der Insel Wight, Dorsetshire. Eine eigne Art findet man bei Coalbrookdale in Shropshire, von dunkelgrauer, fast schwarzer Farbe, welcher völlig feuerbeständig, zu Kapseln verbraucht wird; er muſs aber lange an der Luft liegen, um das Bitumen, welches er enthält, zu verlieren, und zur fernern Verarbeitung geschickt zu werden. Auch der bei Brierleyhill, unfern Stourbrigde, sich findende Thon gehört hierher (siehe oben), der von Merthyr-Thydwill in Südwales. — In Frankreich findet man besonders zu Abondant bei Dreux, zu Houdan einen feuerfesten Kapselthon, zu Maubeuge, Montereau, zu Forges-les-Eaux u. a. a. O. zur Fabrikation von Steingut, Fayence, Steinzeug, Porzellankapseln angewendet.

Fundörter von Porzellanthon im Königreich Böhmen J. d. p. I. Bd. 7. S. 66. — *Berthier* Analysen v. Porzellanthon, in D. p. J. Bd. 29. S. 63. — *Schmitz* über plast. Thon in Baiern, B. K. n. Gbl. 1833. S. 7.

3) Kollyrit, in derben Massen, im Sandstein, im Porphyr auf Gängen, bei Weiſsenfels, in Ungarn, besteht aus: 45 Thonerde, 14 Kieselerde, 42 Wasser. — 4) Cimolit (*creta cimolia*), derb, erdig, graulichweiſs, wird an der Luft allmälig röthlich, specif. Gewicht 2,0 bis 2,18, findet sich auf der Insel Argentiera (dem alten Cimolis) nächst Milo, wird von den Bewohnern der Insel zum Reinigen und Entfetten der Kleider, zum Waschen gebraucht, besteht aus: 26,5 Thonerde, 54,0 Kieselerde, 1,5 Eisenoxyd, 5,5 Kali, 12,0 Wasser. — 5) Steinmark, *lithomarge*, *moëlle de pierre*, (*terra miraculosa Saxoniae*), theils in Afterkrystallen, theils derb, grau, roth, specif. Gewicht 2,2 bis 2,49, fettig anzufühlen. — 6) Leichter Thon, auf Wasser schwimmend, so lange er nicht Wasser angesogen hat, giebt ein sehr feines, hartes Pulver, zum Putzen von Silber sehr geeignet, gleich dem Tripel, zerfällt im Wasser fast gar nicht, schmilzt nicht im Porzellanfeuer, zieht sich um 0,23 zusammen, erhält groſse Härte und Dichtigkeit. Man hat solchen Thon zu Santa-Fiora in dem Gebiet von Siena, im Groſsherzogthum Toskana gefunden, von aschgrauer Farbe, er bestand aus: 55 Kieselerde, 15 Magnesia, 14 Wasser, 12 Thonerde, 3 Kalk, 1 Eisenoxyd; man hat ihn zur Fabrikation schwimmender Ziegel, *briques flottantes*, verwendet. Ein ähnliches Fossil findet sich in den Monts Coirons, Dept. de l'Ardèche.

II. Schmelzbare Thonarten.

1. Walkererde, *Terre à foulon, Argile smectique, Fullers earth*, eine weiche, zerreibliche, grob- und kleinkörnige Masse, das Resultat von zersetztem Diorit und Dioritschiefer, graugrün, gelbgrau, stets unrein, glanzlos, erhält durch den Strich Fettglanz, fühlt

sich sehr fettig an, hängt sich nicht an die feuchte Zunge, specif. Gewicht 1,82 bis 2,19. Sie zerfällt im Wasser schnell unter Ausstoſsen von Luftblasen zu einem zarten Pulver, bildet einen Brei, der sich nicht formen läſst, schmilzt in starker Hitze zu einer braunen Masse. Man findet sie bei Brickhill in Staffordshire, bei Woburn in Bedfordshire, bei Ryegate in Surrey, sie besteht aus 53,0 Kieselerde, 10,0 Thonerde, 9,75 Eisenoxyd, 1,25 Magnesia, 0,5 Kalk. 24,0 Wasser, einer Spur Kali; in der Grafschaft Kent bei Maidstone, Petworth, auf der Insel Skye in Schottland; in Sachsen bei Roſswein, in Schlesien bei Riegersdorf (Spuren zu Freienwalde, Neustadt-Eberswalde, zu Drossen, Gleiſsen unweit Züllichau). Man wendet diese Erde zum Walken der Tuche, zum Fleckausmachen aus wollnen, seidnen Zeugen an (Fleckkugeln); die Wirksamkeit liegt darin, daſs die Walkererde sich schnell und sehr fein im Wasser zertheilt, und dadurch Fett absorbirt, weshalb auch manche andere Thonarten hiezu mehr oder minder brauchbar sind, nur dürfen sie nicht zu fett und nicht sandig sein, weil im ersten Fall sie sich im Wasser nicht schnell zertheilen, und im zweiten Löcher im Tuch beim Walken entstehen.

2) **Bergseife**, *Savon de montagne*, *Mountain-soap*. sehr weich, mild, fettig anzufühlen, erlangt sehr leicht Fettglanz, schreibt, hängt sich an die Lippe, bläulich-, grau- und pechschwarz. Sie findet sich in Lagen mit Lehm und Thon geschichtet am nördlichen Abhang des Thüringer Walds, in Polen, Schottland, unfern Dillenburg im Nassau.

3) **Töpferthon**, *Argile figuline*, *Terre à potier*, *Potter's clay*. Die hierher gehörigen Thonsorten haben mehr oder minder Aehnlichkeit im Aeuſsern mit dem feuerfesten Thon, sie sind aber weniger derb, mehr zerreiblich, sie zergeben weit leichter im Wasser; nicht wenige sind farbig und behalten auch nach dem Brennen eine röthliche oder gelbe Farbe, einige enthalten schon merklich kohlens. Kalk und machen den Uebergang zur dritten Hauptabtheilung, dem Thonmergel; durch diesen Gehalt schmelzen sie in gröſserer Hitze. Man unterscheidet magern, kurzen Thon, der reich an Kieselerde, und fetten, langen, welcher reich an Thonerde ist. Töpferthon ist sehr weit verbreitet; in der Mark Brandenburg findet man denselben unweit Ziesar, Mürow i. d. Ukermark, Angermünde, Grossin bei Schiefelbein i. d. Neumark, bei Rheinsberg, Crossen, Königs-Wusterhausen, unweit Fürstenwalde, Rathenow etc.

Ueber das Vorkommen des Töpferthons in Baiern siehe das B. K. u. Gbl. 1826 S. 283, 297, 396, 473. — *Berthier* über Töpferthon, A. d. M. II. sér. T. 1. p. 469. — *Sprengel* Analyse v. Thonarten E. J. Bd. 9. S. 30.

4) **Schieferthon**, (Kohlen-, Kräuterschiefer), *Argile feuilletée, Argile schisteuse, Slate clay*, ein verhärteter, Kohlenstoff oder Bitumen enthaltender Thon, von dickschiefrigem Gefüge, ebnem

Digitized by Google

Bruch, dem Flachmuschlichen sich nähernd, von grauer, ins Braune, Rothe und Schwärzliche übergehender Farbe, giebt angehaucht einen starken Thongeruch, erweicht sich in Wasser, quillt auf und zerfällt langsam, (hiedurch unterscheidet er sich vom Thonschiefer), braust mit Säuren, schmilzt im Feuer zu einer braunschwarzen Masse, enthält nicht selten viel Schwefelkies. Es ist ein den Steinkohlen und Kohlensandstein gleichzeitiges Gebild, ziemlich häufig verbreitet. Man findet ihn zu Duttweiler bei Saarbrücken (Regbzk. Trier), in der Grafschaft Mark, in der Umgegend von Halle, zu Wettin, Löbejün, Giebichenstein; in Schlesien zu Altwasser, Hausdorf, Berthelsdorf a. Queiſs; in Sachsen, Böhmen etc. Wenn der Schieferthon reich an Schwefelkies, so ist er zur Alaunfabrikation geeignet, (vergleiche oben Seite 456.)

Gebrannter Schieferthon, die Folge von Erdbränden, da wo die Hitze nicht so groſs, um Schmelzung zu bedingen, z. B. zu Duttweiler am brennenden Berg, bei Teplitz; wo die Hitze Schmelzung bedingt, entsteht der sogenannte Porzellanjaspis, Brandschiefer, *Schiste bituminifère*, *Argile schisteuse bitumineuse*, *bituminous shale*, letzter Name bezeichnet das beigemengte Bitumen.

III. Kalkhaltige Thonarten.

Thonmergel, *Marne argileuse*, *Argile marne*, *Marle*, Gemenge von Thon und kohlens. Kalk, in denen jedoch erster vorwaltet; den kalkreichen Mergel nennt man Kalkmergel, von welchem oben beim Artikel „kohlens. Kalk" bereits Erwähnung geschehen ist. Der Thonmergel ist derb, im Bruch uneben, ins Splittrige, Flachmuschlige, seltner blättrig im Gefüge, zum Schiefrigen sich hinneigend, (Uebergang zum Schieferthon); grau-, gelblichweiſs, grünlich, röthlich, bräunlich, gestreift, gefleckt, fest, weich, ja zerreiblich, er ist nicht selten frisch weich und wird beim Liegen an der Luft hart, jedoch sind die untern Lagen häufig dichter und härter, als die obern. Der Mergel braust mit Säuren auf, zertheilt sich mit Leichtigkeit im Wasser, und giebt eine teigige Masse, welche hinlänglich bindet. Der Thonmergel schlieſst nicht selten nierförmige Stücke von festern Mergel ein, welche reicher an Kieselerde oder Kalk sind; er verläuft häufig in Töpferthon und Lehm, ist deutlich geschichtet, sehr zerklüftet, verwittert an der Luft, zerfällt in eine gelblichgraue Erde, Mergelerde. Der Mergel bildet die mächtige Grundlage von einem groſsen Theil Norddeutschlands, (Mecklenburg, Mark Brandenburg, Hannover, Schleswig, Holstein), Jütland; man findet ihn auch im Mannsfeld, am Harz, in Schlesien, Böhmen, Mähren, längs der Küste von Hampshire, Dorsetshire; in Frankreich, Gegend von Paris, Mont-Martre, Menil-Montant, (zum Fleckeausmachen, *pierre à degraisser*), Argenteuil (dient zum Frittenporzellan in Sèvres), zu Viroflay bei Versailles, (dient zu Kapseln

fürs Fritteporzellan). Anwendung des Thonmergels hauptsächlich zur Töpferei.

Mergelerde, erdiger Mergel, Asche, *earthy marle*, das Produkt der Zersetzung von Stinkkalk, aus Kalk, Thon, Bitumen und etwas Kieselerde bestehend, braun, grau, feinerdig, bald mehr thonig, bald mehr sandig, beim Eintrocknen zu Staub werdend. Sie quillt mit Wasser zu einem schwarzen Schlamm auf, bildet oft Flöze unter der Dammerde, besonders im Mannsfeld, Thüringen und Hessen.

Lehm, Leimen, *Terre franche, terre limoneuse, Loam*, ein mit Quarzsand und Eisenocker, zuweilen auch mit kohlens. Kalk gemengter Thon, aus der Zersetzung sehr verschiedenartiger Gesteine entstanden. Sehr weich, zerreiblich, gelblichbraun, gefleckt und geadert, brennt sich in mäfsigem Feuer hart, wie Töpferthon, und erhält eine schmutzig rothe Farbe, in höhern Hitzegraden schmelzend; derselbe saugt Wasser stark ein, und zerfällt in demselben, bildet eine breiige Masse. Man findet ihn im aufgeschwemmten Land in Lagern, die nicht selten Mergelknollen Ueberreste von Bäumen, Rollstücke, Blöcke, Sand enthalten. Er findet eine vielfältige Anwendung in der Baukunst, zu Dach- und Mauersteinen, Luftziegeln (Lehmziegeln), Lehmpatz, mit Stroh vermengt zum Ausstaken der Fachwände, der Decken, zum Vermauern der Steine der Brandmauern, Heerde, Schornsteinmauern, Backöfen, Gypsöfen; er kittet aber die Steine nicht zusammen, wie Kalkmörtel, sondern füllt nur die Fugen aus. Ferner gebraucht man ihn beim Setzen von Stubenöfen, zum Schlagen der Lehmfluren, (Dreschtennen in Scheunen, eben so für Kegelbahnen), Kloaken, Viehställe; zum Belegen der Chausséen (Lehmchausséen) in sandigem Boden, ebenso zur Auffüllung von Steinchausséen, um mit den kleinen Steinen eine dichte, feste, ebne Bahn zu erlangen; zum Pisébau. In der Mark Brandenburg findet sich Lehm an vielen Orten, unter andern zu Oderberg, bei Glindow und Löcknitz am Schwilowsee hinter Potsdam, so auch bei Rathenow nebst Thonlagern.

IV. Ocker enthaltende Thonarten.

1) Röthel, Rothstein, rothe Kreide, *Argile ocreuse rouge, Sanguine, Crayon rouge, Reddle,* aus Thon und rothem Eisenocker innig gemengt, derb, von erdigem Bruch, bräunlich-roth, blutroth, schreibend, abfärbend. Manchmal ist der Eisenoxydgehalt sehr bedeutend, dann rechnet man das Fossil als rothen Thoneisenstein zu den Eisenerzen. Man findet den Röthel im Thonschiefer, auf wenig mächtigen Lagern, im rothen Berg bei Saalfeld im Herzogth. Meiningen-Saalfeld, zu Thalitter in Hessen. Man fertigt aus dem Röthel durchs Zerschneiden und Belegen mit Holzschalen die Rothstifte; noch besser sind aber die aus geschlemmten Röthel

künstlich geformten Stifte, welche keine Sandtheilchen enthalten; zu dem Ende mengt man den geschlemmten Röthel mit Gummi- oder Hausenblasenauflösung, und formt daraus runde und quadratische Stängelchen, welche in Rohr, Papier, oder Holz eingeschlagen werden. Setzt man ein wenig Seife hinzu, so wird die Farbe mehr braun, und die Stifte weicher.

2) Bolus (der Mineralogen), *Terra lemnia*, *Bol*, Siegelerde, *Terra sigillata*, derb, von muschligem Bruch, schwach schimmernd, rothgelb, braun, auch gefleckt, fühlt sich fettig an, hängt sich an die Zunge, specif. Gewicht 1,4 bis 2,0; brennt sich hart, ohne leicht zu schmelzen. Findet sich auf der Insel Stalimene (Lemnos der Alten), wird gereinigt und mit einem Siegel bedruckt, woher der Name; auch in Schlesien zu Striegau, Liegnitz, zu Säsebühl bei Göttingen, Habichtswald bei Kassel, in Böhmen, bei Siena, *Terre de Sienne*. Man gebrauchte ihn früher in der Medicin, jetzt fertigt man in der Türkei Pfeifenköpfe daraus, die sehr beliebt sind, poröse Gefäſse zum Abkühlen von Wasser und Wein, nach Art der Alkarazzas. (Hie und da wird auch Bolus gegessen, so in Bengalen, etc.)

3) Gelber Ocker, brauner Ocker, *Ocre jaune, brune, yellow, brown iron ochre*, thonige Massen durch gelbes und braunes Eisenoxydhydrat gefärbt, erdig, eingesprengt, auch in knolligen Massen, von verschiednen Farbetönen, brechen auf Lagern und Nestern im Flözgebirge, im Schuttland; man findet Ocker am Harz (bei Goslar, Elbingerode, Tilkerode), im Siegenschen etc. in Frankreich. — Gelbe Erde, *Argile ocreuse jaune, yellow-earth*, derb, feinerdig, sehr weich, matt, ockergelb, fettig anzufühlen, etwas abfärbend, brennt sich roth und hart, kommt auf Lagern im jüngern Flözgebirge mit Thon vor, in Baiern zu Amberg, in der Oberlausitz zu Wehrau, in Frankreich zu Bitry, St. Pourrain etc. Man gebraucht den Ocker geschlemmt als Anstrichfarbe, so auch die gelbe Erde, zum Gelbmachen von Sämischleder. — Grüne Erde, *Terre verte de Verone, green earth,* Seladongrün, ins Schwärzliche und Bräunliche, derb, mandelförmig, (auch in Afterkrystallen des Augits), Bruch uneben bis ins Feinkörnige, wenig glänzend, (Fettglanz), fühlt sich wenig fettig an; erfüllt Blasenräume im Mandelstein, Porphyren, auch in Nestern und schwachen Lagen im Monte Baldo im Veronesischen, auf Cypern. Man gebraucht grüne Erde gereinigt als eine dauerhafte Farbe für den Anstrich; sie enthält viel Eisenoxydul-Oxydhydrat.

Anwendung verschiedner Thonarten, auſser dem, was bereits bei einzelnen angegeben worden ist.

1) Zur Bereitung von Alaun, (vergl. oben Seite 457). 2) Zur Raffination von Zucker, zum Decken, (*terrer*). Hiezu gebraucht man eisenfreien Thon, (siehe beim Zucker im II. Band). 3) Beim Wasserbau, überhaupt um Eindringen von Wasser zu verhüten,

so bei Waſserbehältern, Cisternen für Gasometer, um das Eindringen von Grundwasser in die Keller zu verhüten etc. 4) Zur Fabrikation irdner Geschirre aller Art, feiner und ordinärer, mit und ohne Glasur, von Röhren, Ziegeln, Kacheln, Pfeifen, Klinkern, Flieſsen, architektonischen Verzierungen etc. — Kaum ist irgend ein anderes Naturprodukt so vielfacher Bearbeitung fähig, und beschäftigt Millionen Menschenhände, als der Thon!

Reine Thonerde ist im Ofenfeuer unschmelzbar, sehr kurz im Hydratzustand, nicht plastisch; durch einen Zusatz von Kalk oder Kieselerde wird die Thonerde nicht schmelzbar, wenn gleich ziemlich beträchtliche Mengen von jedem einzeln hinzugefügt werden; mengt man aber gleichzeitig Kieselerde und Kalk hinzu, so wird die Thonerde schmelzbar, und zwar desto mehr, je mehr sich das Verhältniſs der Gemengtheile folgendem nähert: 1 Theil Thonerde, 1 Th. Kalk und 3 Th. Sand; 5 Th. Sand hinzugefügt machen das Gemeng schon unschmelzbar. Eisenoxyd, in kleinsten Mengen dem Thon beigemischt, färbt ihn beim Brennen in mäſsigen Hitzgraden nicht roth, aber im starken Porzellanfeuer; daher kommt es denn auch, daſs Porzellanerden, Porzellanthon nicht immer für die Fabrikation einer tadellosen Waare brauchbar sind. Gröſsere Mengen von Eisen färben den Thon blaugrau, grün, und bedingen beim Brennen eine gelbe, rothe Farbe, und machen bei gleichzeitigem Kalkgehalt den Thon schmelzbar, weshalb solche Thonsorten nur schwaches Brennfeuer vertragen; die Waaren sind porös und halten starke Abwechslungen der Temperatur ziemlich gut aus.

Fette Thonsorten, welche viel Thonerde, im Gegensatz von Kieselerde, enthalten, lassen sich nicht gut verarbeiten, reiſsen beim Trocknen, verziehen sich; deshalb setzt man feinen Sand, oder gepulverte Kieselfossilien hinzu, um dem Thon die Fettigkeit zu nehmen, *degraisser.* Man vermeidet dadurch auch die Zähigkeit, das Vermögen Wasser anzusaugen, wodurch das Trocknen gleichförmiger stattfindet. Es zeigen aber auch andere, mit erdigen Theilen stark vermischte, Thonarten die Eigenschaft beim Trocknen zu bersten, und zwar nicht selten in reguläre säulenförmige Massen, wie z. B. häufig der Thonmergel. Alle Thonarten schwinden, *retraite*, *shrinkage,* sowohl beim Trocknen, als besonders beim Brennen, woher es kommt, daſs die Form der Gegenstände leidet. Letzteres hat seinen Grund in der ungleichen Dicke und dem dadurch bedingten ungleichen Austrocknen. Haben einmal Thonwaaren durchs Feuer sich zusammengezogen, so kann man sie zum zweiten Mal fast ohne alles fernere Schwinden brennen. Ein Zusatz von feinem Sand, Kieselsteinpulver, scharf gebranntem fein gepulvertem Thon, (Cäment, *ciment*), verursacht gleichfalls ein regelmäſsigeres Schwinden des

Thons; letzter Zusatz macht auch die Waare dauerhafter, fester, und gegen den Temperaturwechsel beständiger.

Brongniart im D. d. sc. n. Tom. 3. pag. 62. „Argile" — D. t. Tom. 17. „Poteries."

Ziegelbrennerei.

Kaum findet man eine Gegend, wo nicht Thonmergel, Thon, Lehm zur Ziegelbrennerei tauglich angetroffen wird. Je nachdem diese Thonerden verschieden beschaffen sind, wird auch die Qualität der Ziegel ausfallen; man hat ziemlich feuerbeständige, und auch leicht schmelzende, erstere werden daher zum Mauern von Heerden, Feuerungen, Schornsteinen, Plinten angewendet. Meist ist es Thonmergel und lehmiger Thon, welchen man zu Ziegeln anwendet; ist er zu fett, so setzt man Sand zu, ist er zu mager, Thon; je gröſser die Beimengung von kohlens. Kalk, desto leichter schmelzen die Ziegel beim Brennen, überhaupt verlangt jeder Thon einen verschiednen Hitzgrad beim Brennen, und ein kalkreicher Thonmergel kann dennoch gute Ziegel geben, wenn sie nur bis zur Steinhärte gebrannt sind, ja dadurch, daſs kalkreiche Ziegel beim Brennen verglasen, können recht dauerhafte Steine gewonnen werden. — Ob ein Thon zur Ziegelfabrikation brauchbar sei oder nicht, läſst sich nicht durch bloſses Ansehen beurtheilen, sondern nur durch ein Probebrennen.

Die Fabrikation der Ziegelsteine, Backsteine, *briques*, *bricks*, Dachsteine, *tuiles, tiles*, Dachpfannen, Flieſsen, *carreaux*, zerfällt in 4 Operationen, das Bearbeiten der Erde, das Formen, Trocknen und Brennen.

So wie der Thon gegraben, läſst man ihn über Winter in Haufen liegen, ausfrieren, wodurch er im Frühjahr besser zu bearbeiten ist; jedoch ist dies nicht ohne Ausnahme mit allen Thonsorten der Fall. Hiedurch werden die Pflanzenreste verfaulen, das etwanige eingemischte Schwefeleisen eine angehende Entmischung erleiden. Zu Dachziegeln gehört ein besserer, minder magerer Thon, als zu Mauersteinen. Der Lehm, Thon, wird sodann in Sümpfen, *fosses*, mit Wasser gemischt, fleiſsig durchgetreten, *marcher*, alle Steine, Wurzelstücke, Kalkmergelbrocken werden entfernt, welche, wenn die Ziegel keine gehörige Hitze beim Brennen erhielten, leicht abblättern, zerbröckeln; Schwefelkiesstücken bedingen, da sie beim Brennen nicht völlig zerstört werden, eine allmälige Verwitterung, Salzauswitterung und Zerbröckeln. (Die Ziegelerde zu schlemmen scheint im Allgemeinen weniger rathsam, weil dadurch aller gröbere Sand entfernt, der Thon zu fett wird, es sei denn, daſs man gepulvertes Cäment hinzusetzt.) Man setzt meistens Sand hinzu, nach Verhältniſs $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ der Masse, ja man würde noch mehr zusetzen können, wenn beim Brennen, wegen

Digitized by Google

unvollkommner Ofenkonstruktion, stärkere Hitze gegeben werden könnte. Ein zu grobkörniger Sand macht die Steine zu schwer, mürbe und zerbrechlich, sie taugen nicht für Gewölbe, zu welchen leichte und dabei feste Steine nöthig sind. Zu dem Ende setzt man auch Torfgrus, Steinkohlengrus hinzu, welche beim Brennen sich verzehren und die Masse porös machen. Man hat das Geschäft des Durchtretens durch Thiere verrichten lassen, allein dann werden die Steine, Wurzeln, Knollen nicht entfernt, welche der Arbeiter beim Durcharbeiten findet, herausliest, und dadurch die Masse verbessert. Je mehrmals übrigens die Ziegelerde gewendet und durchgearbeitet wird, desto dichter und härter werden die Ziegel. Mittelst einer Thonmaschine, deren Konstruktion weiter unten beschrieben werden wird, kann geschlemmter Thon auch gut vorbereitet werden.

2) Streichen der Ziegel, *moulage*. Die Streichformen sind theils hölzerne, theils eiserne Rahmen, welche dauerhafter; sie sind zu je zwei, je vier Ziegeln eingerichtet. Da die Ziegel beim Trocknen und Brennen schwinden, so müssen natürlich die Streichformen um ein gewisses gröſser gefertigt werden, damit die Ziegelsteine nach dem Brennen ein bestimmtes Maſs behalten. Die Form wird in Wasser getaucht, in Sand gewälzt, so daſs sie sich inwendig mit Sand überzieht, (damit sich der Thon besser löse), darauf auf dem Streichtisch mit vorbereiteter Ziegelerde durch Hineindrücken mit den Händen gefüllt, so daſs die Masse die Leere des Rahmens ausfüllt; darauf streicht der Arbeiter den überflüssigen Thon mit einem Streichholz, *plane*, ab, ein anderer Arbeiter trägt die Form nach dem Trocknenplatz und schlägt sie auf den mit Sand bestreuten horizontalen Boden aus, zieht dieselbe lothrecht in die Höhe, um die Kanten und Ecken der Steine nicht zu beschädigen. Während dem ist schon wieder eine andere Form gestrichen, und so geht es fort. Man nimmt an, daſs ein fleiſsiger und geübter Streicher in 12 bis 13 Arbeitsstunden 9 bis 10,000 Ziegel von der kleinen Sorte streichen kann, versteht sich aber nicht ohne Beihülfe von Handlangern.

Man hat vielfältige Versuche gemacht zum Ziegelstreichen Maschinen anzuwenden, bei uns aber haben sie, wegen der sehr niedrigen Lohnsätze der Handarbeiter im Vergleich mit Nordamerika und wegen des Umstands, daſs der Arbeiter jeden Stein im Lehm beim Einschlagen mit den Händen fühlt und herauswerfen kann, was bei der Maschine nicht geschieht, oder der Thon muſs vorher geschlemmt sein, und weil die Form der Ziegel bei der Handarbeit nicht selten exakter wird, keinen Fortgang gehabt. Man hat auch mittelst Pressen (Schrauben-, Hebelpressen) die Masse stark zusammengedrückt, auch aus trocknem Thon mit der hydraulischen Presse

Ziegel geformt, die ganz vorzüglich waren. Hier in Berlin werden von Herrn *Feilner* mittelst eigner Vorrichtung und Schraubenpressen Ziegel, Gesimsstücke geformt, indem die Thonmasse durch eiserne Formen durchgepreſst und mittelst Drath in einzelne gleichlange Stücke geschnitten wird. Auch werden auf diese Art irdne Wasserleitungsröhren von vorzüglicher Güte gefertigt. Herr *Feilner* hat auch eine Maschine konstruirt, um Dachziegel zu verfertigen.

Feilner's Maschine zum Verfertigen von Dachziegeln in den V. d. G. 1831. S. 176. — Die Maschine zum Fertigen von Backsteinen etc. im B. K. u. Gbl. 1830. S. 291. — *Chevalier* Z.streichmasch., B. d. l. s. d'E. 1822. p. 293. — Amerikan. Z.streichmasch. das. 1819. p. 341. — *Leahy* D. p. J. Bd. 23. S. 57. — *Galloway* das. Bd. 19. S. 569. Bd. 25. S. 478. — *Chaumette* im B. d. l. s. d'E. 1826. p. 88. — *Lyne* u. *Staniford* D. p. J. Bd. 28. S. 137. — *Brooking* das. Bd. 21. S. 286. — J. d. p. I. Bd. 9. S. 123. hohle Steine. — D. p. J. Bd. 24. S. 42, 44. — *Choice* u. *Gibson* das. Bd. 28. S. 450. — *Cundy* das. Bd. 28. S. 134. — *Vallance* das. S. 134. — Rec. industr. T. 5. p. 2, 200. T. 6. p. 69. — Ind. T. 6. p. 583. — B. d. l. s. d'E. 1828. p. 389. — *Mencke* D. p. J. Bd. 33. S. 327. Bd. 35. S. 180. — *Edmond* das. Bd. 35. S. 381. — Amerikan. Masch. das. Bd. 35. S. 175. — Brev. d'inv. T. 17. p. 32. — *George* D. p. J. Bd. 38. S. 461. — B. K. u. Gbl. 1830. S. 455. 1831. S. 551. — *Stevenson* D. p. J. Bd. 39. S. 223. — *Bakewell* das. Bd. 44. S. 172. — Brev. d'inv. T. 20. p. 69. T. 23. p. 95.

3) Das Trocknen, *séchage.* Sobald die Steine so weit trocken sind, daſs man sie, ohne sie zu zerdrücken, anfassen kann, werden sie auf die hohe Kante gestellt, und entweder noch auf dem Streichplatz weiter getrocknet, zu welchem Ende, um Raum zu gewinnen, man dieselben unter einem stumpfen Winkel über einander aufsetzt, oder auf Brettern in die Trockuenscheune getragen, in welcher man sie völlig lufttrocken werden läſst; das Trocknen muſs langsam geschehen, sonst bleibt noch zu viel Wasser im Innern, während die äuſsere Oberfläche erhärtet, dies bedingt dann Verziehen und Reiſsen beim Brennen. Bei den Dachziegeln werden die Nasen, *crochet*, mittelst welcher sie auf die Dachlatten eingehängt werden, durch eine im Streichtisch angebrachte Vertiefung bewerkstelligt.

4) Das Brennen, *cuisson*, geschieht entweder in Feldöfen, Meilern, oder in eignen gemauerten Ziegelöfen. Zum Brennen in Meilern, oder Feldöfen, wendet man Steinkohlen, Braunkohlen, Torf an, führt aus schon gebrannten Ziegeln den untern Theil des Ofens auf, bestehend aus mehrern parallelen, langen Bänken, zwischen welche man das Holz zum Anzünden der Kohlen einlegt; auf diese werden die Ziegelsteine so aufgesetzt, daſs die Flamme zwischen ihnen durchschlagen kann. Ueber diesen Unterbau stellt man die lufttrocknen Ziegel übers Kreuz so auf, daſs Zwischenräume blei-

Digitized by Google

ben, und schüttet Steinkohlen, Braunkohlen zwischen je 2 oder 3 Ziegelschichten. Die Auſsenwände des Meilers werden ziemlich stark gesetzt und die Fugen mit Lehm verstrichen, sodann das Holz angezündet; die Leitung des Feuers ist, da der Meiler frei steht, schwierig, Wind und Regen äuſsern nachtheiligen Einfluſs. Die äuſsern Ziegel sind natürlich weniger gebrannt, als die innern, und dienen dann noch einmal zum Unterbau. Die Zeit eines Brands richtet sich theils nach der Gröſse des Meilers, theils nach der Trockenheit der Ziegel, nach der Witterung. Man wendet dieses Verfahren da an, wo das Brennmaterial sehr wohlfeil, wo der Landmann auf seinem Acker Thon und Steinkohlen hat, wie in Schlesien, am Rhein.

Die Ziegelöfen sind theils für Holzfeuerung eingerichtet, wie bei uns, theils auf Torf- und Steinkohlenfeuerung, wie in Holland und am Rhein. Die gewöhnlichen Ziegelöfen sind in Form eines länglichen Vierecks, entweder stehende, mit höhern Umfassungsmauern, oder liegende, längere, mit niedrigern Wänden, welche oft 2 Fuſs dick, am besten aus einer innern und äuſsern Mauer bestehen, zwischen welchen Asche, Kohlenklein etc., schlechte Wärmeleiter geschüttet werden. Sie sind oben entweder offen, oder mit einem Tonnengewölbe überwölbt, in welchem Zuglöcher reihenweis angebracht sind, wie bei den liegenden Kalköfen (siehe oben Seite 393), beide mit einem leichten Ziegeldach überdeckt, Ziegelscheune. In letzterm Fall sind Einsatzthüren in der Rückwand in verschiednen Höhen angebracht, durch welche die Ziegel eingesetzt werden können; letzteres geschieht bei den oben offenen Oefen auch von oben. Unter dem Ofen sind die Feuerungen in ähnlicher Art erbaut, wie bereits bei den Feldöfen gesagt worden ist; es sind parallele Heitzkanäle, welche von einer langen Wand des Ofens zur gegenüberstehenden sich erstrecken, durch aufgemauerte Bänke von einander getrennt, auf welchen geschlagne Bögen ruhen, mit vielen Zwischenräumen für die hindurchschlagende Flamme. Ueber diesen werden die lufttrocknen Ziegel auf verschiedne Art aufgesetzt, so daſs dieselben sich unter spitzen Winkeln kreutzen, und die einzelnen Steine von einander etwas abstehen, damit die Flamme zwischen allen durchdringen kann.

Die Gröſse der Oefen ist sehr verschieden, man hat sie zu 30, 50, 100,000 Ziegel, ja von noch gröſserm Kaliber; hienach richtet sich auch die Dauer eines Brands. Zuerst feuert man schwach, Schmauchfeuer, *enfumage*, damit die Ziegel nicht bersten, dann immer stärker, bis die obersten Schichten gehörig glühend sind, doch ist hier, wie schon gesagt, der nöthige Hitzgrad nach der Beschaffenheit des Thons relativ. Ist das Brennen vollendet, der Ofen langsam abgekühlt, so werden die Steine ausgefahren; die dem

Digitized by Google

Feuer zunächst gestanden haben, sind geschmolzen, in Klumpen (Sauen) zusammengeflossen, man braucht sie als Ecksteine, Prellsteine etc.; diesen zunächst sind die härtesten, klingendsten, glasirte, die höher hinauf befindlichen in abnehmender Güte, die obersten und so überhaupt diejenigen, die nicht genug Hitze bekommen haben, werden noch einmal eingesetzt.

Kuhlmann Ziegelbrennerei mit Steinkohlen, Industr. T. 4. p. 345. — Brev. d'invent. T. 15. p. 233. — Dachziegelofen b. Steinkohlenf., V. d. G. 1830. S. 239. — A. d. l'i. n. T. 7. p. 43.

Die Ziegelsteine sind nach dem Brennen theils von rother Farbe, von einer ziemlichen Menge eingemengten Eisenoxyd herrührend, (wie z. B. hier die Rathenower Ziegel), oder gelb, auch braunschwarz, verglast, welche man Klinker nennt; sie sind klingend, besonders die letztern, denn je dichter die Masse durchs Brennen wurde, je mehr sie sich dem Schmelzen näherte, desto klingender; Stahl schlägt an solchen Feuer. Sie müssen ihre scharfen Kanten und Ecken, glatten Flächen behalten, denn Ziegel, die sich verworfen, schief gezogen haben, können nicht zum Mauern gebraucht werden; sie dürfen keine Spalten und Löcher haben, in Wasser liegend nicht abblättern, dann enthalten sie Kalktheile, die sich löschen und den Stein auseinander treiben. Sie müssen Wasser stark ansaugen, (ungefähr $\frac{1}{15}$ von ihrem Gewicht), um sich mit dem Mörtel gut verbinden zu können. Ihre Gröſse ist verschieden, hier bei uns 10 Zoll lang, 5 Zoll breit, $2\frac{1}{2}$ (bis $2\frac{1}{4}$) Zoll stark; ein Ziegel wiegt ungefähr 7 Pf., ein Kubikfuſs wiegt ungefähr 100 Pfund, $14\frac{1}{2}$ auf einen Kubikfuſs. Dachziegel (Biberschwänze) haben 15 Zoll Länge, 6 Zoll Breite, $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke, wiegen zwischen 3 und 4 Pf., man rechnet 36 Stück auf einen Kubikfuſs; sie müssen besonders gut gebrannt sein, sonst werden sie, der Nässe, dem Frost, der Sonnenhitze ausgesetzt, zerbröckeln, und geben dann der Erzeugung von Flechten und Moos Gelegenheit, Aftergewächsen, die den Dachziegel unfehlbar zerstören helfen. Dachziegel aus gut zubereitetem Thon mit Maschinen gefertigt, können, bei gröſster Gleichheit, sehr leicht ausfallen.

Man verfertigt eigne Gewölbziegel, besonders zu kleinern Gewölben, Brunnenziegel, Segmente von kreisförmigen Ringen, Dachpfannen gestaltet, (sie taugen nichts, weil die Bedachung mit solchen Pfannen durch den Wind abgehoben wird), Hohl- oder Forstziegel, zur Bedachung der Forste, auf dem Harz auch zur Dachbedeckung in beistehender Art, (sind zu schwer). In Holland, auch hie und da bei uns, werden die Dachziegel glasirt, theils mittelst Salz, theils mittelst Bleiglätte und Braunstein, oder mit gebranntem Kalk und Steinkohlenstaub, welches eine schwarz-

braune Farbe bedingt. Sie widerstehen länger der Witterung als nicht glasirte, sind aber auch theurer.

Ueber Ziegelbrennerei: *Rhodes* in D. p. J. Bd. 20. S. 278. Bd. 50. S. 24. — *Ellis* das. Bd. 20. S. 318. — *Lees* u. *Harrison* das. Bd. 23. S. 226. — *Brown* u. *Champion*, das. Bd. 28. S. 261. — B. d. l. s. d'E. 1828. p. 367. — D. p. J. Bd. 33. S. 20. — *de Fougères* B. d. l. s. d'E. 1829. p. 311. — D. p. J. Bd. 37. S. 461. Bd. 38. S. 380. — *Drake* das. Bd. 45. S. 373. — *Lampadius* E. J. Bd. 14. S. 237. — Ziegel für Rauchröhren Brev. d'inv. T. 20. p. 99, 197. — Ziegelmehl als Zuschlag zu im Wasser erhärtenden Mörteln, als Dünger, *Cartwright* D. p. J. Bd. 10. S. 362. Bd. 23. S. 84. — *Beatson* E. J. Bd. 5. S. 33. — *Lampadius* das. Bd. 6. S. 347. Bd. 8. S. 393. Bd. 13. S. 231. Bd. 16. S. 463. Bd. 18. S. 249, 322. J. d. pr. Ch. Bd. 1. S. 356. — *Hermbstädt* E. J. Bd. 16. S. 457. — *Sprengel* J. d. pr. Ch. Bd. 1. S. 161.

Feuerfeste Steine, Charmottesteine, (Porzellansteine). Da die gewöhnlichen Ziegelsteine bei beträchtlichen Hitzgraden weich werden und schmelzen, so ist es für den Feuerbau sehr wichtig Steine zu besitzen, welche auch dem höchsten Hitzgrad der Oefen widerstehen. Man fertigt solche Steine aus feuerfestem Thon, mit einem Zusatz von gebrannten Thonscherben, Cäment, zu welchem Endzweck man Porzellan- oder Steingutkapselscherben durch Pochstempel, oder Walzwerke zerkleinert, siebt, und dem Thon in bestimmten Verhältnissen beimengt; dies geschieht entweder durchs Durchtreten, oder mittelst einer Thonmaschine, (siehe Seite 481. Man verfertigt aus dieser Masse nicht allein Steine, sondern auch Futter für Tiegelöfen in Kreissegmenten, Platten, Röhren in einzelnen Segmenten, Kapseln für Porzellan, Steingut, Fayence, Muffeln fürs Einbrennen von Porzellan, Glas und andere Zwecke, Beschläge in chemischen Oefen. Die Farbe solcher Fabrikate ist gelblich-weiſs, die Härte nach dem Brennen ziemlich groſs, sie sind schlechte Wärmeleiter, und auch in dieser Beziehung vorzüglicher als gewöhnliche Ziegelsteine; da wo sie glühend mit Alkalien in Berührung kommen, z. B. mit Holz-, Torfasche, verglasen sie; (verglaste Kapseln können als Cäment nicht gebraucht werden, da sie nicht gut binden, und bei der Verarbeitung die Arbeiter verletzen). —

Man verfertigt solche Steine in Berlin sowohl in der Königl. Porzellanmanufaktur und Gesundheitsgeschirrfabrik, als auch in der Fabrik des Herrn *Ebers*; in Stourbridge, in England, aus derselben Masse, aus welcher die weltberühmten Schmelztiegel hervorgehen, sie werden mit den Tiegeln zugleich gebrannt; die Oefen sind theils rund, wie die zum Steingutbrennen mit ringsherum angebrachten Feuerungen, oder länglich-viereckig mit quer durch den Ofen gehenden Rosten, wo dann von beiden Seiten gefeuert wird. In der hiesigen Porzellanmanufaktur werden die Steine in die Porzellanöfen mit eingesetzt, in der Fabrik des Herrn *Ebers* ist dazu ein runder Etagenofen, mit besondern Feuerungen für jede Etage, im Gebrauch, welcher auf Tafel VII. dargestellt ist.

Fig. 3. senkrechter Durchschnitt des Ofens, Fig. 4. Grundriſs. *A* der unterste, *B* der mittlere, *C* der oberste Ofen, *D* Kappe, welche in den Schornstein *E* führt, *a*, *a* Aschenfälle, *b*, *b* Räume, um die Asche ausziehen zu können, mit einem hölzernen Deckel, oder eisernen Thür *c* bedeckt; *d* Schauloch, mit einem Thonstöpsel versehen, *e* Feuerplatz, *f*, *f* Kanal in der Mitte der Gewölbe, *g*, *g* Zuglöcher an der Seite des Gewölbes, zwischen je 2 Feuerungen angebracht, *h*, *i*, *k* Oeffnungen zum Einsetzen der zu brennenden Waaren, *l* Rost für die Feuerung im obersten Ofen, *m* Aschenfall, *n* Schürloch, *o* Oeffnungen, durch welche das Feuer einer zweiten Feuerung einströmt. Fig 5. Durchschnitt einer Feuerung des ersten und zweiten Ofens nach der Linie *a' b'*; Fig. 6. desgleichen für den dritten Ofen, nach der Linie *c' d'*.

Zuerst wird der untere Ofen *A* allein befeuert, zu welchem Endzweck sehr dünn gespaltnes Kienholz in die Feuerungen, auf die vorspringenden Auflager, *repaires*, gelegt wird, wie aus Fig. 5 hervorgeht. Ist der Brand im untern Ofen vollendet, so beginnt man im zweiten *B*, und dann im dritten *C* zu feuern. Ein gleicher Ofen wird auch zum Brennen von Steingut in der *v. Eckardstein*'schen Steingutfabrik angewendet.

Fabrikation von **künstlichen Steinmassen**, ***plastique***, zu architektonischen Gliedern, Verzierungen, Basreliefs etc.

Seit einer Reihe von Jahren verfertigt Herr *Feilner* in Berlin mit ungetheiltem Beifall obige Gegenstände aus gebrannter Thonmasse, als ein wohlfeileres Ersatzmittel des Sandsteins. Zu diesem Ende muſs der Thon geschlemmt werden. Herr *Feilner* bedient sich dazu eines muldenartigen Trogs aus Guſseisen, (Tafel VII. Fig. 16 und 17.), in welchem sich eine horizontale Welle mit Armen bewegt, um den Thon und das Wasser zu mengen. Die Arme stehen 3 bis 4 Zoll vom Trog ab, damit eine Thonrinde an demselben stehen bleibe, in welche sich die Steine, Kalkmergelknollen eindrücken. Sobald der Thon mit dem Wasser gehörig durchgearbeitet ist, welches daran zu erkennen ist, daſs, wenn man den Finger in die Thonflüssigkeit taucht, der Tropfen an der Fingerspitze hängen bleibt ohne abzufallen, so wird er durch eine Oeffnung und untergestelltes Sieb abgelassen, und läuft durch Gerinne in die Thonbehälter. Im Maſsen der geschlemmte Thon abläuft, flieſst frisches Wasser in den Trog hinzu. Die Thonbehälter sind theils aus Bohlen zusammengefügt über der Erde, oder gemauert unter der Erde, die Sohle der Behälter aus verglasten Ziegelsteinen, welche auf ebnen mit Sand beschütteten Boden gelegt, und deren Fugen mit Thon verschmiert werden; mit demselben werden auch die gemauerten Seitenwände berappt. Am Ende des Gerinns liegt ein zweites Sieb, damit keine Steinchen in die Behälter mit übergehen können. Der geschlemmte Thon setzt sich bald nieder, und das Wasser wird durch verschiedne Zapfenlöcher abgelassen. Zunächst der Einfluſsrinne enthält der Thon den meisten Sand,

weiter davon entfernt weniger. Die Thonbehälter werden zweckmäſsig mit einem beweglichen Bretterdach versehen, um Regen abzuhalten, bei Sonnenschein aber die Bretter abgedeckt. Die Gröſse solcher Behälter ist sehr verschieden von 400 bis 2,000 Kubikfuſs. Zum schnellern Abtrocknen bei ungünstiger Witterung ist auch ein eigner Trockenofen im Gang, wie später unter dem Artikel „Steingut" beschrieben werden wird.

Der geschlemmte Thon wird darauf mit dem zwei- oder dreifachen seines Gewichts Cäment, auf der Mühle zermahlnen und gesiebten Ziegel- oder Ofenkachelscherben, vermischt und wohl durch einander gearbeitet. Hiezu dient die englische Thonmaschine, durch deren Messer der Thon zerschnitten, gemengt und gepreſst wird; der aus der untern Oeffnung derselben herausgepreſste Thon wird mittelst Draht in länglich-viereckige Stücke, Ballen, zerschnitten, welche wieder auf die Maschine gegeben und mehrmals durchgearbeitet werden. Man bringt die Ballen in feuchte Kellerräume, und läſst sie da, ehe sie verarbeitet werden, eine Zeit lang liegen. Das Formen der Stücke geschieht in Gyps- und gebrannten Thonformen, das Brennen in liegenden Etageöfen, von 2 meistens 3 übereinander angebrachten länglich-viereckigen Oefen, deren jeder seine eignen Feuerungen hat; auch in runden Oefen, welche mit der Konstruktion der englischen und französischen Steingutöfen sehr viel Aehnlichkeit besitzen.

Die künstliche Steinmasse, aus welcher auch Vasen, Schalen, Figuren, Kandelaber, nach ausgewählten Mustern der Antike, gefertigt werden, leidet nicht von der Witterung, steht im Frost und Nässe, wie langjährige Erfahrung gelehrt hat, indem an mehrern groſsen Gebäuden in Berlin solche Verzierungen angebracht sind. Nach *Accum* ist das specif. Gewicht derselben 2,12, es wiegt also ein Kubikfuſs 140 Pfund. Es werden in der Fabrik des Herrn *Feilner* auch noch Oefen*) von zweckmäſsiger Konstruktion und gefälligem Aeuſsern, mit Verzierungen in bunten Farben, geschmackvolle Badewannen, Zuckerformen und zum eignen Gebrauch Ziegel gefertigt.

Beschreibung der auf Tafel VII. abgebildeten Vorrichtungen in der Anstalt des Herrn *Feilner*.

Fig. 16 und 17. stellen die Vorrichtung zum Mengen des Thons mit Wasser dar, Fig. 16. Querdurchschnitt, Fig. 17. Längendurchschnitt. *a* der eiserne Trog, *b* hölzerne Verkleidung oben mit Thüren versehen; *c* eine eiserne Scheidewand mit Oeffnungen, um das Wasser zuflieſsen zu lassen; *d* die eiserne Welle, an welcher 14 Arme *e*, *e* befestigt sind, die an den Enden drei Zacken haben; *f* zwei eiserne Röhren zum Ablassen des erzeugten Thonschlamms.

Die

*) V. d. G. 1823 S. 105; 1826 S. 142.

Die in Fig. 13, 14. und 15. dargestellte Thonschneide-Maschine besteht aus einem guſseisernen (oder hölzernen) konischen Gefäſs *a*, in welchem eine eiserne Welle *b* angebracht ist, die 15 eiserne Messer *c*, *c* trägt, die letztern sind in ungleichen, nach unten zu abnehmenden, Entfernungen von einander befestigt und unter bestimmten Winkeln gestellt, welche sich nach dem Zweck, den man zu erreichen beabsichtigt, richten. Fig. 15. stellt ein Messer in verschiednen Lagen im vergröſserten Maſsstab dar, so wie das zweifache Paar nahe dem Boden des Behälters. Die Stellung der Messer gegen einander ist eine solche, daſs dadurch eine Schneckenlinie, eine Schraube ohne Ende, gebildet wird. Es stehen mehrere solcher Maschinen um ein Kammrad herum, welches in die an den stehenden Wellen befestigten Räder *d* eingreift, die ihrerseits einzeln ausgerückt werden können. Der oben eingeschüttete Thon wird nun nicht allein zerschnitten, sondern auch gehörig gemengt, zugleich durch die Flächen der unter bestimmten Winkeln (20 bis 25°) gegen die Horizontale geneigten Messer gedrückt, von oben nach unten gepreſst, und zur Oeffnung am Boden herausgeschoben.

Fig. 1. und 2. stellen den runden Brennofen dar; Fig. 1. ist ein Querprofil nach den Linien *A B C*, Fig. 2. ein Grundriſs nach den Linien *D a b E*. Der innere runde Raum *c* mit überdecktem elliptischen Gewölbe wird mit den zu brennenden Thonwaaren erfüllt, die auf Ständer, Unterlagen von gebranntem Thon, gelagert werden. Der Heerd liegt über der Sohle um einige Fuſs erhöht, daher ist die Thüröffnung *d*, durch welche das Einsetzen der Waaren geschieht, mit Stufen versehen. Die Feuerung geschieht von 4 Seiten unter dem Heerd. In dem zunächst liegenden ringförmigen Zug begegnen sich die Flammen, zugleich geht die Flamme jeder Feuerung durch die geraden Züge *f i*, *f i* und *f k*; in dem 2ten ringförmigen Zug *g*, *g*, so wie in dem 3ten *l*, *l* bleibt die Flamme jeder Feuerung abgesondert, und wird von dem zunächst liegenden durch die Steine *h* und *m* abgesondert. In dem 4ten Zug *n* treffen aber die Flammen wieder zusammen, eben so in *o*, und in der Mitte gehen sie vereint über den Heerd in die Höhe. Auſser dieser groſsen mittlern Oeffnung sind in dem Heerd über den genannten Zügen noch mehrere kleinere Oeffnungen *p*, *p*, um auch die Flamme an andern Punkten mit den Thonwaaren in Berührung zu bringen. Die Züge werden nach der Mitte zu enger, um dem Feuer mehr Intensität zu verschaffen. Damit nun aber auch die an den Seitenwandungen befindlichen Thonwaaren Hitze erhalten, sind in denselben Nischen *q*, *q* gebildet, und diese mit dünnen Vormauern *r* versehen. Diese Nischen stehen senkrecht über den ersten Zügen *e*, durch welche das Feuer auch in dieselben strömt. Die Vorwände *r* haben mehrere kleine und oben eine gröſsere Oeffnung, durch welche das Feuer wagerecht und geneigt in den Ofen dringen kann. *s* sind die Zuglöcher zu Abführung der Flamme in den obern Raum *u*, der gewöhnlich nicht benutzt wird; diese Zuglöcher können durch eiserne Schieber verschlossen werden, wozu die seitlichen Oeffnungen im Gewölbe. *t*, *t* sind Schaulöcher, durch welche man den Grad der Glühröthe beobachten kann; sie sind aber gewöhnlich vermauert, da man sie nicht gebraucht.

Fig. 10 bis 12 stellen einen Etagenofen dar, von nur zwei überein-

ander liegenden Rähmen; Fig. 10. im Längen-, Fig. 11. im Querdurchschnitt, Fig. 12. die Ansicht von der Seite der Heitzlöcher. *a* der untere Ofen, *b*, *b* die Feuerungen, *c* die Einsatzthür, *d*, *d* die Feuerungen für den obern Ofen, *e*, *e* Züge im Gewölbe des untern Ofens, *f* der obere, *g* der Schornstein, *h* Einsatzthür für den obern Ofen. Die Thongeschirre (Kacheln), werden auf irdne Ständer (bei den gewöhnlichen Töpferöfen sind es meist Mauersteine) aufgestellt, der untere Ofen zuerst angefeuert, und zwar im mittelsten Schürloch, mit kurzem Holz, damit sich die Waaren erst langsam anwärmen, dann wird auch in den beiden andern gefeuert, und zuletzt das Holz, 2 und 2 Kloben an einander befestigt, in die von Ständern gebildeten Schürgänge hintergestofsen, und scharfes Feuer gegeben. Ist der Brand vollendet, so verschliefst man durch Schieber die Zuglöcher nach dem obern Ofen, bricht die Schürlöcher desselben auf und feuert in allen 3 zugleich, bis auch hier die Gahre erreicht ist. — Ist es ein Ofen mit 3 Etagen, so wird dann noch in der obersten gefeuert.

Feilner in den V. d. G. 1824. S. 20. 1828. S. 93. — B. K. u. Gbl. 1830. S. 291. — *Wilson* künstl. Steine, das. 1824. S. 145, 259. — Das. 1823. S. 181. — *Aspdin* D. p. J. Bd. 19. S. 588. — *Bagshaw* das. Bd. 16. S. 305. — D. p. J. Bd. 23. S. 556. — B. K. u. Gbl. 1830. S. 689. — *Brian* u. *St. Léger* B. d. l. s. d'E. 1830. pag. 469. — *Ranger* in D. p. J. Bd. 50. S. 25.

Fabrikation irdner Waaren, *poterie, pottery.*

Man kann sämmtliche irdne Waaren in glasirte und nicht glasirte eintheilen, oder auch in solche, deren Masse durchscheinend ist und durch einen hohen Hitzgrad zum Weichwerden und selbst zur Schmelzung gebracht worden, wie Porzellan, und in andere, deren Masse nicht durchscheinend und in mehr oder minder hoher Hitze blos zusammengesintert ist, ohne Spuren von Schmelzung, wie Steingut.

1. Vom englischen Steingut, *Faience fine (anglaise)*, *F. de terre de pipe, Earthen ware, Pottery* im engern Sinne.

Im 17ten Jahrhundert wurde blos ordinäres Steinzeug, *Stoneware*, in Staffordshire, besonders zu Burslem verfertigt, mit gewöhnlicher Bleiglasur aus Bleiglanz; 1690 vervollkommneten Deutsche, die Gebrüder *Elers*, diesen Fabrikationszweig, sie führten die Salzglasur ein, wurden aber vertrieben, da die salzsauren Dämpfe, welche aus den Schornsteinen der Oefen aufstiegen, den Einwohnern lästig fielen. *Wedgwood* war es vorbehalten, diesen Gewerbszweig auf die höchste Stufe der Vollkommenheit zu erheben. Der Anfang seiner Wirkungszeit fällt ins Jahr 1763. Er begründete eine eigne riesenhafte Fabrik zu Etruria.

Die Steingutfabriken Englands sind in Staffordshire, auf einem Landstrich von 8 engl. Meilen Länge und 6 Meilen Breite, wo man feuerfeste, aber minder feine Thonarten und Kohlen in Ueberflufs findet. 30,000 Menschen bewohnen diesen Landestheil, den man gewöhnlich *the Potteries* nennt. Die Thonarten bezieht man aus dem südlichen Theil von Devonshire, von der Insel Purbeck in

Dorsetshire, woher der feinste, welcher bläulich aussieht, aber durchs Brennen weiſs wird; er ist sehr fett und erfordert einen beträchtlichen Zusatz von Kieselerde, die zur weiſsen Farbe beiträgt. Er enthält 24 Thonerde und 76 Kieselerde und wird zu den verschiedensten Geschirrsorten gebraucht, als zu der milchfarbnen Waare, *cream colour,* zu der für den Kupferdruck, *printing body*, zur verglasten Waare (feinem Steinzeug) nach *Wedgwood's* Erfindung, und zum Fritteporzellan. Auſser diesem bläulichen hat man auch noch einen braunen Thon aus Dorsetshire, der sich auch weiſs brennt, aber leicht zu Sprüngen in der Glasur Gelegenheit giebt, *crazing*; aus Devonshire einen schwarzen, fetten, leicht berstenden Thon, *crazing clay*, welcher, wenn nicht gehörig Kieselsteinpulver untermischt ist, beim Brennen Risse bekommt. Man gebraucht auch Kaolin, aus zersetztem Feldspath des Granits von Cornwales entstanden, welcher durchs Pochen und Ausschlemmen gewonnen in Schlemmgruben gesammelt wird. Die feinste Masse wird in Ballen, *linnees*, an der Luft getrocknet, und unter dem Namen *China clay* versendet. Auch der in Zersetzung begriffne Granit *) selbst wird gebraucht und von den Arbeitern *Composition* genannt.

Die verschiednen Thonsorten werden, so wie sie aus den Gruben gefördert werden, auf eisernen Platten getrocknet, dann in den Handel gebracht. In den Potteries verarbeitet man den Thon also: man bringt denselben auf eigne Quetschmühlen, wo zwei durch eine stehende Welle bewegte Steine von 4½ bis 5 Fuſs Durchmesser und 12 bis 14 Zoll Breite den Thon auf einer eisernen Bahn, auf welcher sie laufen, zerdrücken. Der Thon wird nun einem Siebwerk durch ein Tuch ohne Ende, welches sich um 2 Walzen aufsteigend bewegt, und in Abständen von 1½ Fuſs mit stehenden Querleisten versehen ist, zugeführt. Der feine abgesiebte Thon wird durch ein gleiches Tuch ohne Ende andern Steinen zugeführt, welche ihn nochmals, aber mit einem Zusatz von Wasser, mahlen und fein reiben; der gröbere, nicht durchs Sieb gefallne, wird durch eine ähnliche Einrichtung dem ersten Paar Steinen wieder zugeführt, um noch einmal zerdrückt zu werden. Statt dieser so eben beschriebnen Methode den Thon zu zerkleinern bedient man sich auch einer Einrichtung, welche mit der auf Seite 480. beschriebnen Thonmaschine übereinstimmt, nur sind auch an den Wänden des eisernen Gefäſses Gegenmesser angebracht, um den hineingeworfnen Thon möglichst zu zerschneiden. Nach dieser Vorarbeit, *the blunging*, kommt der Thon nebst Wasser in Fässer, in denen stehende Wellen mit horizontalen Armen, an welche senkrechte

*) So oft im Folgenden Granit angeführt wird, ist obiges Fossil zu verstehen.

Stäbe befestigt sind, sich bewegen; hierdurch vermengt sich der feinere Thon mit dem Wasser, die Steine, Klöse bleiben am Boden liegen. Der Thonschlamm, *slip (slop)*, *barbotine*, läuft durch eine Reihe von Sieben, denen eine schüttelnde Bewegung ertheilt wird, längst Gerinnen in die Thonbehälter.

Der zur Fabrikation nöthige Zusatz von Kieselerde wird aus Feuersteinen beschafft, daher auch der ältere Name *Flintware*, Feuersteinware, *cailloutage*, welche theils von Irland, theils von Gravesand kommen; sie werden in Kalciniröfen, ähnlich den Kalköfen, gebrannt, in kaltem Wasser abgeschreckt, unter Pochstempeln oder Hammerwerken zerklopft und auf eignen Mühlen gemahlen; letztere sind von folgender Einrichtung. Auf einem Bodenstein von Granit oder Quarzfels, *chert*, oder *chertz* in England genannt, (er kann auch aus mehrern Stücken zusammengesetzt sein), welcher in einem cylindrischen Gefäſs liegt, wird ein Läufer, oder durch die Welle mit horizontalen, flügelartigen Armen mehrere schwere Steine derselben Art bewegt, zwischen welchen die zerstampften Kieselsteine mit einem Zusatz von Wasser fein gerieben werden. Die milchige Flüssigkeit wird durch feine seidne Siebe geleitet, und alle gröbern Theile zurückgegeben. Man macht den Kieselschlamm, so wie den Thonschlamm, von einem bestimmten Gewicht, so daſs z. B. ein Weingallon des erstern 32 Unzen, des letztern 24 Unzen wiegt, mischt sodann im schicklichen Verhältniſs beide zusammen, nach Maſsgabe der Verschiedenheit des Thons, durchschnittlich $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ Kieselstein auf 1 Thon. Dieses Mischen geschieht theils mit Rührern in groſsen Behältern, theils durch Maschinen in Fässern mit stehenden Flügelwellen.

Zusammensetzung der Massen: zu der *cream colour* Waare 100 Thon, 20 Kieselst., 2 zersetzten Granit, *cornish stone*, siehe die vorige Seite; zu den zu bedruckenden Waaren, *printing body*, 40 Maſs Thonschlamm, 13 M. Kieselst.schlamm, 12 M. Kaolinschlamm, 1 M. Granitschlamm.

Hierauf wird die gemischte Thonmasse in eignen Abdampföfen, *slip kilns*, abgedampft und in einen steifen Teig verwandelt. Diese sind 12 Fuſs breit, 20 bis 30 F. lang, 12 bis 18 Zoll tief, der Boden aus feuerfesten Ziegeln oder guſseisernen Platten, unter welchen die Flammen zweier Feuerungen in hin und her gehenden Zügen sich verbreiten. Sobald die Masse die gehörige Steife hat, wird sie ausgestochen, und in einer Thonmaschine, deren Beschreibung bereits oben Seite 481. gegeben worden, mehrmals durchgearbeitet, in Ballen, *ballooms*, geformt, und in einem feuchten Keller längere Zeit aufbewahrt, wodurch die Masse homogener wird, und einen eignen fauligen und ammoniakalischen Geruch verbreitet; (siehe oben Seite 227). Je länger die Masse liegt, desto besser wird sie, sie schwindet dann gleichförmiger, indem das Wasser,

so scheint es nämlich, gleichmäſsiger unter die einzelnen Bestandtheile der Masse vertheilt wird. Soll die Masse verarbeitet werden, so wird sie noch mit den Händen durchgearbeitet, indem der Arbeiter eine bestimmte Menge in zwei Theile theilt, mit Kraftanstrengung eins aufs andere wirft, *battage,* und den Ballen mit Messingdraht in die Quere zertheilt, *coupage,* und so fortfährt, um eine vollkommne Dichtung und das Austreiben von Luftblasen zu bewirken, *sloping and wedging.*

Das Verarbeiten geschieht entweder auf der Scheibe, oder in Formen; auf erster werden alle runden, hohlen, cylindrischen, konischen Gegenstände gefertigt, dagegen ovale, flache und irreguläre in den letztern. Die Trittscheibe, *throwing lathe*, *toure*, bewegt der Dreher, *tourneur*, *thrower*, theils selbst mit dem Fuſs, oder sie wird mittelst eines Seils an einem Krummzapfen der Spindel gedreht, oder durch ein Schnurrad bewegt, oder durch eine von einer Dampfmaschine bewegte Betriebswelle, auf welcher mehrere Riemscheiben sitzen, so wie eben so viele in entgegengesetzter Richtung auf einer horizontalen Welle unter jeder Scheibe, welche durch ein konisches Rad, das in ein gleiches der stehenden Scheibenspindel eingreift, letztere dreht. Durch diese Einrichtung kann der Arbeiter sich jede beliebige schnellere oder langsamere Bewegung erzeugen. Hat der Arbeiter die Masse aus dem Groben gefertigt, so läſst er sie etwas trocknen, und dreht sie dann auf einer Drehbank, *turning lathe, toure anglaise,* in hölzernen Futtern, *chucks*, mittelst schneidender Werkzeuge, *tournassins,* ab. Henkel, Tüllen etc. werden in Gypsformen besonders geformt und mittelst aufgeweichter Thonmasse, Schlicker, *slip*, *barbotine*, angesetzt, *garnissage.*

Die Gypsformen, *plaster moulds*, werden also gebraucht: sollen flache Gegenstände, wie Teller, Asietten u. a. m. gefertigt werden, so wird erst ein Stück Thon auf einem Tisch zu einer dünnen runden Scheibe gebildet, *croûte,* diese in die Form gedrückt, mit einer ebnen Metallplatte der Grund des Tellers geebnet, mit einer Schablone aus Messing der Rand geformt und mit Messingdraht das Ueberflüssige am Rande abgeschnitten. Sollen hohle Gegenstände angefertigt werden, so werden die beiden Hälften, welche in zwei Formen gefertigt sind, gegen einander gepreſst, um sie mit einander zu verbinden, *preſs works.* Um Röhren zu fertigen, bedient man sich eines eignen Preſswerks mit einer Schraube und Kernstück in der Mitte der Oeffnung; eben so werden auch kanellirte Thonstücke gefertigt, welche zerschnitten als Henkel dienen etc. Man gieſst auch in Gypsformen verschiedne Artikel, *coulage*, *casting,* die binnen kurzer Zeit durch den Gyps getrocknet sind, so daſs man sie herausnehmen kann.

Digitized by Google

Das Genauere über das Formen, Gieſsen, Abdrehen, Fertigmachen etc. findet man im Artikel „Poteries" von *Brongniart* im D. t. T. 17. pag. 87, 94 u. f. beschrieben.

Sämmtliche gedrehte, geformte Gegenstände werden nun in geheitzten trocknen Stuben bei 30° auf Brettern, die in hölzernen Gerüsten liegen, langsam getrocknet, bis sie zum Brennen brauchbar sind. Dies geschieht, um Asche, Rauch und Flamme von denselben abzuhalten, in aus feuerfestem Thon und gebrannten gepulverten Kapselscherben angefertigten Kapseln, *cazettes*, *gazettes, saggars*, *seggars*, von verschiedner Form und Gröſse. Jede Kapsel hat zwei Hälften, die auf einander passen, man stellt in die unterste die zu brennende trockne Waare, und deckt die obere darüber, schichtet die Kapseln über einander im Ofen auf, so daſs dadurch parallele Säulen, Kapselstöſse, *piles*, *bungs,* gebildet werden, die von den Wänden des Ofens und von einander etwas abstehen.

Der Steingutofen ist in England auf Steinkohlen- (und Coaks)feuer eingerichtet, so wie auch die Porzellanöfen; beide haben gleiche Form und weichen nur in der Weite und Höhe von einander ab. Der Ofen zum Brennen des Steinguts ist ein stehender, *four à alandiers*, hat 16 Fuſs im Durchmesser und 7 Rostfeuerungen ringsherum, *mouths*, *alandiers;* er ist entweder cylindrisch mit einem Gewölbe überspannt, oder konisch, nach oben beträchtlich verjüngt, mit einem Gewölbe, in welchem in der Mitte und ringsherum runde Rauchlöcher angebracht sind, welche mit Stöpseln verschlossen werden können; eine jede Rostfeuerung hat ihren eignen Rauchkanal, der an der innern Wand des Ofens aufsteigt und 3 oder 4 Fuſs unter dem Gewölbe endet, damit die Rauchmassen und das heftige Feuer zu Anfang des Brands die Kapseln nicht treffe, sondern durch die obern Oeffnungen entweichen kann. Die Flamme wird unter der Sohle des Ofens durch zwei kreisrunde concentrische Feuerzüge geleitet, und schlägt an mehrern Stellen durch Oeffnungen in den Ofen. Um denselben ist eine konische Esse, *howell,* gebaut, deren Durchmesser an der Basis 25 bis 30 Fuſs, in der obern Oeffnung 6 bis 8 F., die Höhe 40 bis 50 F. Die Zahl der Kapselsäulen beläuft sich in dem bezeichneten Ofen auf 48 bis 50. Es werden eigne Probescherben, *trial pieces, montres*, von rothem Thon, wie er in Staffordshire zu den Ziegeln gebraucht wird, eingesetzt, um an ihnen den Gang des Ofens zu beurtheilen; sie werden durch eigne in der Umfassungsmauer angebrachte Oeffnungen gezogen, und mit Scherben von frühern Bränden verglichen. Um das Feuer an einzelnen Stellen des Ofens zu vermehren oder zu vermindern, werden die auf den Feuerungen liegenden Deckel gelüftet, wodurch kalte

Luft hinzutreten kann, oder aufgelegt, wo die Hitze nicht stark genug ist. Das Brennen dauert 40 bis 48 Stunden, während welcher Zeit 14 Tonnen Kohlen verbraucht werden. Die Hitze beträgt gemeiniglich 60° W., nach andern 86° W.

Ist das Brennen vollendet, so werden alle Oeffnungen geschlossen und mit Lehm verstrichen, die Kapseln nach dem Abkühlen des Ofens herausgeschafft. Das gebrannte Geschirr, *(biscuit), terrecuit, dégourdi,* wird darauf mit einer Glasur überzogen, welche beim zweiten Brennen schmilzt, und sich mit demselben auf der Oberfläche innig verbindet. Es würde nämlich ohne diesen Ueberzug die poröse Thonmasse Flüssigkeiten durchsickern lassen, wodurch das Geschirr unbrauchbar werden würde. Die Glasur, *glazing, couvert, vernis,* besteht aus einer Mischung von Bleiweifs (kohlens. Bleioxyd), zersetztem Granit, Kieselstein und Flintglas.

Für die *cream couleur* Waare besteht die Glasur aus: 40 Bleiweifs, 36 zersetztem Granit, 12 Kieselst., 4 Flintglas; die einzelnen Ingredienzien werden vorher nicht gefrittet, sondern blos sehr fein gemahlen, mit Wasser angerührt. Zu den *printing bodies* nimmt man eine farblose, oder schwach bläuliche, Glasur folgender Mischung: man frittet 20 Th. Flintglas, 6 Kieselst., 2 Salpeter, 1 Borax, und setzt zu 12 Theilen dieser Fritte 40 Bleiweifs, 36 zersetzten Granit, 8 Kieselst., 6 Flintglas. Für Waaren, die bemalt werden sollen, fertigt man die Glasur aus: 13 Theilen obiger Fritte, 50 Th. Mennige, 40 Bleiweifs, 12 Kieselst.

Das Glasiren geschieht also: man taucht die gebrannte Waare in die Flüssigkeit, in welcher die fein gepulverten Bestandtheile der Glasur durch Aufrühren schwebend erhalten werden, ein, *dipping, trempage*, und zieht sie nach einigen Augenblicken heraus, schwenkt sie, damit die Glasurmasse sich überall gleichförmig vertheile; an den Stellen, wo die Waare angefafst worden, trägt man mit dem Pinsel die Glasur nachträglich auf, *retouche.* Die Poren des gebrannten Geschirrs saugen sich voll Wasser, wodurch die fein zertheilten Partikel der Glasurmasse sich auf den Flächen niederschlagen und anhaften. Von den Rändern am Boden der Geschirre wird die Glasur sorgfältig abgeschabt, damit dieselben nicht an die Kapseln beim Brennen ankleben. Ist die Glasur aufgetrocknet, so werden die Geschirre in Kapseln gebracht; man pflegt letztere innerlich mit Salz und Pottasche zu glasiren, damit sie dem Glanz der Glasur der Geschirre keinen Eintrag thun sollen. Der Einbrennofen, *glofs-oven*, hat dieselbe Form, ist aber etwas kleiner, hat etwa 11 bis 11½ Fufs Durchmesser, 7 Feuerungen, fafst 40 Kapselstöfse, wird weniger stark angeheitzt, auf 50° W.; der Brand dauert nur 14 Stunden, 5 bis 6 Stunden kühlt der Ofen ab, dann werden die Geschirre ausgetragen.

Eine gute Glasur mufs durchsichtig, farblos, glänzend und hart sein, mufs gleiche Ausdehnsamkeit mit der Thonwaare besitzen, damit sie beim Erwärmen und Abkühlen nicht reifst, und sich nicht in viele kleine Partieen zerklüftet; auch darf sie nicht für die Gesundheit nachtheilig sein, was stets der Fall ist, wenn zu viel Bleioxyd zugesetzt wurde, welches nicht mit einer gehörigen Quantität Kieselerde verbunden ist. Glasuren ohne Bleioxyd, wie z. B. aus Kieselstein und Pottasche oder Soda gefertigt, zerklüften sich sehr leicht, bekommen Haarrisse, *fendiller*, aus den oben angegebnen Gründen. — Die Masse des Steinguts ist stark zusammengesintert, auf dem Bruch erdig, matt, saugt stark Wasser an, ist nicht durchscheinend, klingt nicht.

Man verfertigt in England sehr gewöhnlich bedrucktes Steingut, indem sowohl unter die Glasur, als auch auf dieselbe Zeichnungen abgedruckt werden, *printed-ware*. Es vertragen aber nur gewisse Pigmente die Hitze des Ofens beim Einbrennen der Glasur, die mehrsten würden sich theils verflüchtigen, theils andere Farbentöne annehmen; folgende kann man aber unter der Glasur anwenden: Kobaltoxyd zur blau bedruckten Waare, *blue printed*, Chromoxyd zu grünen, ein Gemisch von Eisenoxyd und Braunstein zu schwarzen Drucken u. a. m. Man verfertigt eine farbige Fritte, zerreibt dieselbe zum feinsten Staub, setzt als Flufsmittel Flintglas und Kieselst.pulver hinzu. Um die Farbe aufzudrucken, mischt man sie mit zur Honigdicke eingekochtem Leinöl, reibt die erwärmte Kupfer- oder Stahlplatte mit Farbe ein, nimmt das Ueberflüssige mit einem breiten Messer ab, reinigt die Platte, legt auf dieselbe sehr feines, ungeleimtes, mit Wasser angefeuchtetes Seidenpapier, *silver paper*, auch *pottery tissue paper* genannt, und druckt mittelst einer Druckerpresse die Farbe aufs Papier, welches aufs Geschirr gelegt, mittelst eines aus Flanell gefertigten Reibers aufgedrückt wird, um die Farbe auf das Biscuit abzudrucken. Nach einiger Zeit feuchtet man das Papier an, um es abzunehmen, und bringt das Geschirr in mäfsige Hitze, um den Firnifs zu zerstören, nachher in die Glasurflüssigkeit, welche vollkommen auf dem farbigen Druck haftet, so wie auf der Gesammtoberfläche der Waare. — Soll auf die Glasur gedruckt werden, so wird vorher die Stelle mit einer Auflösung von Copal oder Terpenthin in Terpenthinöl bestrichen, und dann der Abdruck vollbracht.

Man bedient sich auch zum Umdruck der Leimtafeln, indem man reinen Leim in Wasser auflöst, und auf Schüsseln ausgiefst; sie sind 2 bis 3 Linien stark, von der Gröfse des Bildes, welches aufgedruckt werden soll; darauf wird die Kupferplatte erwärmt, mit dick eingekochtem Leinöl und wenig Terpenthinöl ohne Farbe eingerieben und auf die Leimtafel, welche auf einer halbrunden erhabnen Fläche ruht, vermittelst einer an

der Rückseite angebrachten Handhabe abgedruckt. Ist dies geschehen, so legt der Arbeiter die Leimtafel auf einen ebnen Tisch und rollt z. B. eine Tasse, auf welche die Zeichnung abgedruckt werden soll, langsam darüber, wodurch der Firniſs auf die glasirte Waare umgedruckt wird. Man bestäubt den Abdruck mit der feingepulverten Farbe, läſst ihn trocknen und nimmt mit Baumwolle die lose Farbe auf, die nur da haftet, wo der Firniſs aufgedruckt worden ist; hierauf wird die Farbe unter der Muffel eingebrannt. Die Leimtafel soll mehrmals gebraucht werden können.

D. p. J. Bd. 21. S. 188. Bd. 23. S. 345. — Die Verfahrungsweise beim Vergolden, Bemalen und Einbrennen der Farben siehe unter dem Artikel „Porzellan."

Es wird auch ein metallischer Lüster auf Steingut aufgetragen, *lustre-ware*, zu welchem Behuf die Glasur sehr reich an Bleioxyd sein muſs, um den Fluſs des Ueberzugs zu bewirken. Man fertigt sie aus 60 Theilen Bleiglätte, 36 Th. zersetztem Granit und 15 Th. Kieselstein. Für den Platinlüster wendet man weiſses Geschirr an, für Gold- und Kupferlüster dagegen muſs der Grund dunkelfarbig sein, und jenachdem die Farbe dunkler oder heller ist, fällt auch der Lüster verschieden aus. Die Masse, welche man zu solchen Geschirren verarbeitet, wird gewöhnlich aus 4 Theilen Thon, Kaolin und Kieselst. und 6 Th. Granit zusammengesetzt, sie ist braun und wird mit obiger Glasur überzogen; auch pflegt man auf weiſse Geschirre diese braune Masse durch Beguſs aufzutragen und dann zu glasiren.

Goldlüster wird also verfertigt: man löst 48 Gran Gold in Königswasser auf, setzt 4½ Gran Zinn hinzu, und gieſst eine kleine Menge dieser Auflösung zu 20 Gran Schwefelbalsam, welchen man mit der Hälfte seines Gewichts Terpenthinöl verdünnt hat. Man mischt alles wohl, setzt nach und nach die ganze Goldsolution hinzu und unter Umrühren noch 30 Gran Terpenthinöl. Man trägt diese Mischung mittelst eines Bausches auf das Geschirr auf und brennt den metallischen Ueberzug unter der Muffel ein. — Platinlüster. Man löst Platin in Königswasser auf und setzt die Auflösung tropfenweis zu einem Gemisch von Steinkohlentheeröl, *Spirit of tar*, *esprit de goudron*, und Schwefelbalsam, beides zu gleichen Theilen. Diese Masse aufgetragen und eingebrannt giebt einen stahlgrauen Lüster; soll aber der Lüster silberweiſs sein, so bereitet man sich durch Niederschlagung von Platinauflösung mittelst kohlens. Ammoniak einen Niederschlag, welchen man aussüſst, trocknet und mit jenem Firniſs vermischt mittelst einer weichen Bürste aufträgt, einbrennt; man wiederholt das Verfahren mehrmals, reibt sodann die Oberfläche mit Baumwolle, wodurch ein Silberglanz sich zeigt. (Geräthe dieser Art werden sehr gut in Metlach gefertigt.) — Eisenlüster wird mittelst Chloreisen (salzs. Eisenoxydul) und obiger Mischung gegeben. — Eine schwarze Glasur wird zu Nottingham aus 21 Bleiweiſs, 5 Kiesel-, 3 Braunstein gefertigt, auch kann man durch Cämentiren mit Knochenkohle eine schwarze Farbe bewirken, welche aber leicht ungleich ausfällt.

Zuber in D. p. J. Bd. 28. S. 426.

Man pflegt in England auch Steingutgeschirre mit verschiedenfarbigen Verzierungen zu fabriziren; man preſst durch eine Molette auf einer Drehbank, *tour à guillocher*, die Umrisse der Figuren in die Oberfläche des Geschirrs, und füllt dieselben mit farbigem Thonschlicker durch den Beguſs, *engobage*, mittelst einer Beguſskanne, *pot à engober*, aus; ist alles gehörig trocken, so dreht man das Geschirr ab. Auch marmorirte Begüsse werden auf ähnliche Art gefertigt, indem zwei- oder dreierlei Begüsse in besondern Abtheilungen des Gefäſses sich befinden, und gleichzeitig ausflieſsen. Will man die ganze Oberfläche mit Beguſs überziehen, so taucht man die Gefäſse vorsichtig ein, oder gieſst den Beguſs über; soll die innere Fläche damit bedeckt werden, so gieſst man den Beguſs hinein. Begüsse bestehen aus Thonmassen, welche theils von Natur gefärbt sind, wie geschlemmter Ocker, oder durch Zusatz einer durch Metalloxyd gefärbten Fritte bestimmte Farben erhalten.

Die Fabrikation des Steinguts weicht in Deutschland und Frankreich von dem so eben erzählten englischen Fabrikationsbetrieb in mehrern Punkten ab. Die Steingutfabriken in Berlin und dem Regbzk. Potsdam, Magdeburg beziehen ihren Thon aus Salzminde bei Halle, die Fabriken im Regbzk. Cöln und Trier von Vallendar bei Coblenz; ein Zusatz von Kaolin, oder in Zersetzung begriffnem Feldspath, welche einen Uebergang zur Porzellanmasse bedingen, wird nicht angewendet, wohl aber ein Zusatz von Kreide. Das Brennen geschieht theils in einfachen, theils in Etagenöfen, wie beim Porzellan, mit Holz- oder auch Steinkohlenfeuerung. Man hat aber auch Etagenöfen, wo in jeder Etage besondere Feuerungen angebracht sind, wie die Zeichnungen auf Taf. VII. Fig. 3, 4, 5 und 6 darstellen; ein solcher Ofen ist in der *von Eckardstein*'schen Steingutfabrik und der Fabrik feuerfester Steine von Hrn. *Ebers* ausgeführt.

Ein ähnlicher Ofen wird im D. t. Tom. 17. pag. 136 und 331 erwähnt, der zu Doccia, bei Florenz, in der Porzellan- und Steingutfabrik des Marquis *Ginori* erbaut ist.

Das Brennen geschieht, wie auch bei dem Fayence, in Kokern *), welche aus feuerfestem Thon, mit einem Zusatz von Charmotte, in Form von Cylindern ohne Boden und Deckel angefertigt werden; dieſs geschieht dadurch, daſs man die Thonmasse auf ein Tuch, welches unter einem Rahmen liegt, ausbreitet, und so zu einer viereckigen Fläche mit den Händen und mittelst hölzerner Instrumente ausbreitet. Diese Thonplatte wird dann vermittelst des Tuchs um einen hölzernen Cylinder, *tambour*, gewickelt, und die aneinanderstoſsenden Näthe vereinigt. In den Kokern werden flache Geräthe, wie Teller, Schüsseln etc. durch dreikantige, aus Thon gefertigte, und durch 3 Löcher in einer ho-

*) Koker bedeutet im Holländischen Köcher, Futteral.

rizontalen Ebne hindurchgesteckte, Pinnen, *pernettes,* unterstützt, so daſs die Geräthe in dicht gedrängter Reihenfolge über einander mit möglichster Raumersparniſs eingesetzt werden können. Kleinere und gröſsere Gegenstände, welche nicht wie Teller und Schüsseln groſse Flächen einnehmen, werden auf scheibenförmige, aus feuerfestem Thon gefertigte, Platten, Pumbse, gestellt, die gleichfalls durch Pinnen unterstützt werden. Die Koker werden, wie die Kapseln, über einander in Säulen aufgesetzt, die Löcher der Pinnen mit Thon verstrichen, so auch die Fugen der Koker, von denen nur der oberste und unterste Boden haben. Durch diese Einrichtung wird beim Einsetzen der Geschirre viel Raum erspart, da Steingut durchs Brennen nicht weich, sondern immer härter wird, sich daher nicht verzieht, während Porzellan, da es beim Einbrennen der Glasur weich wird, sich verzieht, in allen Punkten der untern Fläche möglichst unterstützt werden muſs. Die beträchtliche Raumersparniſs gewährt natürlich eine bedeutende Ersparniſs an Brennmaterial, und dadurch wohlfeilere Preise.

Zur Glasur wendet man Quarz, Sand, Mennige, Glas, Soda, Granit, Feldspath an, sucht für schön weiſse Massen dieselben durch Salpeter zu entfärben, setzt auch wohl ein wenig Kobaltoxyd hinzu, um einen Stich ins Bläuliche zu geben. Brennen sich die Massen etwas gelblich, so setzt man der Glasur etwas Zinnoxyd zu, um dieselbe dadurch weiſs und undurchsichtig zu machen, wodurch der gelbliche Stich der Masse bedeckt wird; dann kann die Masse noch so stark gefärbt sein, die Oberfläche sieht dennoch weiſs aus. Was die Malerei auf Biscuit unter der Glasur betrifft, so hat man gefunden, daſs die Schwierigkeit wegen des augenblicklichen Ansaugens der Farben durch ein vorgängiges Eintauchen in schwaches Gummi- oder Leimwasser gröſstentheils aufgehoben werden kann, daſs das Durchpausehen mit Braunkohlenstaub vortheilhaft, so wie der Gebrauch von enkaustischen Zeichnenstiften für die Conturen statt der Pinsel.

Albrecht, in *W.* Z. Bd. 3. S. 199. — Steingutfabriken sind im preuſs. Staat: in Berlin die *v. Eckardstein*'sche, in Rheinsberg, in Althaldensleben bei Magdeburg von *Nathusius*, in Magdeburg, in Ratibor, in Proskau in Oberschlesien, in Metlach an der Saar, von *Boch-Buschmann*, zu Wallerfangen von *Villeroi*, beide im Regbzk. Trier, zu Bonn, Cöln, Nippes, Frechem im Regbzk. Cöln, n. a. a. O. m.

Brongniart im D. d. sc. n. Tom. 3. p. 1., im D. t. Tom. 17. p. 251. — *Rees* Cyclop. Vol. 28. „Pottery." — P. ch. E. Vol. II. p. 72. — *St. Aimans*, im B. d. l. s. d'E. 1828. p. 128., 180. 1829. p. 15., 83., 152. 1830. p. 12., in D. p. J. Bd. 29. S. 414. Bd. 41. S. 206. — Steingutfabriken in Staffordshire D. p. J. Bd. 22. S. 38. — *Strauſs* magnesiahaltendes Steingut, B. K. u. Gbl. 1829. S. 573. — *Lebeuf* St. mit harter Glasur, B. d. l. s.

d'E. 1832. p. 216. — *Bacon* St.glasuren D. p. J. Bd. 49. S. 143. Bd. 50. S. 274. — *Boullaye-Marillac* das. Bd. 16. S. 74.

2. Vom Fayence.

Man versteht unter Fayence eine irdne Waare, welche theils aus farbigem, theils auch aus ziemlich weiſsem Thon, Töpferthon und Thonmergel, gefertigt ist, und eine undurchsichtige, sowohl weiſse zinnoxydhaltende, als auch farbige Glasur hat; es gränzt einerseits an das englische Steingut, von welchem es sich aber durch (die undurchsichtige Glasur, welche eine Kruste auf der Thonmasse bildet) den kalkreichen, folglich schmelzbaren, Thon unterscheidet, anderntheils ist es, namentlich das ordinäre Fayence von sich roth brennendem Thon, der gemeinen Töpferwaare, besonders den Ofenkacheln, nahe verwandt. Eine genaue Begränzung der Bedeutung des Worts Fayence ist daher unmöglich. Die Franzosen begreifen unter *Faïence* sowohl das englische Steingut, als auch das gemeine Fayence, sie unterscheiden *Faïence anglaise, F. fine, F. terre de pipes,* und *Faïence commune, (blanche et brune).* In Deutschland gebraucht man das Wort Fayence gleichbedeutend mit Steingut, von welchem es sich jedoch, wie schon erwähnt, unterscheidet.

Die ältesten Spuren von Fayence, d. h. einer feinern Gattung Thongeschirre mit bemalter Glasur, finden sich im 9ten Jahrhundert bei den Arabern in Spanien, später verbreitete sich im 13ten, besonders in der Mitte des 14ten Jahrhunderts, die Fabrikation von Majorka aus nach Italien, woher man auch den Namen Majolika ableitet, mit welchem man besonders in Italien dieses Geschirr bezeichnet; es wurde auch Porzellan genannt. Die ersten Geschirre der Art wurden zu Faënza im Kirchenstaat, später auch zu Castel Durante, in Florenz verfertigt; sie gehören jetzt zu den Kunstseltenheiten. Ein italienischer Bildhauer *della Robbia* verfertigte gegen 1450 aus jener Masse Basreliefs; später behaupteten die Fabrikate von Pesaro den ersten Rang. Man fertigte dieselben aus einem ganz gemeinen, zum Theil ungeschlemmten Thon, der mit unserm Ofenkachelthon kaum vergleichbar ist, und sich im Feuer durch einen Gehalt an Eisenoxyd röthlich, auch wohl roth färbt. Die Glasur ist eine undurchsichtige Kachelglasur, aus Blei- und Zinnoxyd mit Pottasche oder Soda und Sand gefertigt. Die Geschirre zeichnen sich aber oft durch eine sehr gefällige Form, und durch originelle Malereien aus, die an die Schule eines *Raphael* *) erinnern. Die Farben stehen freilich sehr hinter den jetzigen zurück, da damals die Chemie noch in der Kindheit war. *Bernhard von Palissy* verfertigte in der Mitte des 16ten Jahrhunderts das erste weiſse Fayence zu Saintes in Frankreich. Aehnliches

*) Daſs der unsterbliche *Raphael* selbst Gemälde auf Majolika gefertigt, ist eine völlig grundlose Behauptung; der Name *Raphael*, den man auf Geschirren antrifft, bezieht sich auf andere Künstler gleiches Namens.

Digitized by Google

lieferten später die Holländer unter dem Namen **Delfter Porzellan**, *Delfware*, *Poterie de Delft;* es bestand aus einer eisenhaltigen Thonmasse, die aus rothem, blauem Thon und Mergel gemischt, mit undurchsichtiger, zinnhaltiger Glasur bedeckt war, weniger geschmackvoll in Form, aber von sehr geschickten Künstlern bemalt. Auch diese Geschirre, welche vor Erfindung des Porzellans in Europa sehr gesucht waren, sind jetzt längst untergegangen, und die Ueberreste nur noch in Kunst- und Fabrikatensammlungen zu finden.

Man fabrizirt jetzt hauptsächlich zweierlei Sorten Fayence, nämlich weiſses und, weniger bei uns als in Frankreich, braunes, aus Thon und Kalkmergel, Thonmergel, Sand. Diese werden geschlemmt, mit Sand, statt mit Kieselsteinpulver, vermengt und in Thonbehältern an der Luft abgetrocknet. (Um dieses zu beschleunigen, bedienen sich die kleinern französischen Fabriken groſser, aus Gyps oder Lehm geformter, gebrannter Abtrocknengefäſse, *renversoires*, in welche man den dicken Schlamm, *barbotine*, füllt, in denen er schnell, durch Wasserabsorption von Seiten jener porösen Substanzen, trocknet.) Das Brennen geschieht in einfachen oder Etageöfen, gewöhnlich stehenden. Brennt man in einfachen, so setzt man gleichzeitig die lufttrockne Waare und das glasirte Geschirr, letzteres in Kokern, ein, dieses zunächst der Sohle des Ofens, jenes aber höher hinauf, wo die Hitze geringer ist, 17° W. Denn wenn die Waare vor der Glasur zu stark gebrannt wird, nimmt sie, wie Porzellan, die Glasur schwer an; zum Einbrennen der Glasur muſs aber die Hitze beträchtlich stärker sein, 27° *W.* Bei Etageöfen brennt man die Glasur im untern Ofen ein.

Die weiſse Glasur, *émail*, wird aus Blei- und Zinnoxyd, Sand und fixen Alkalien oder Kochsalz bereitet; das Zinnoxyd, als unschmelzbarer Körper, macht die Glasur undurchsichtig und weiſs. Man schmilzt 100 Theile Blei mit 22 Th. Zinn, (andere nehmen 25, ja 30) in einem eignen Reverberirofen, *fournette,* zusammen, läſst über die Oberfläche des Metalls Luft strömen, wodurch sich dieses in Oxyd von aschgrauer Farbe verwandelt; von Zeit zu Zeit zieht man die Oxyddecke mit Kratzen ab, bis alles Metall verbrannt ist. Dann wird das Oxyd noch auf einige Zeit unter fleiſsigem Wenden der Hitze und dem Zutritt der Luft auf der Sohle des Ofens ausgesetzt. Das Produkt, *calcine*, wiegt gegen 10% mehr als die Metalle, darf kein unverändertes Metall mehr enthalten. Herr *Feilner* bedient sich einer aus Charmottemasse gefertigten groſsen Muffel, welche vorn und hinten mit Oeffnungen versehen, um einen Luftstrom hindurchzuführen, wodurch das Metall sich oxydirt.

Einige Mischungen zu weiſsem Email:

100 Th. Blei- u. Zinnoxyd (von 100:22) 100 Sand, 18 Kochsalz, 5 Mennige,
100 - - - - — — 100 - 6 - 6 Soda.

Digitized by Google

Der Sand muſs etwas Kalk- und Thonerde enthalten; in Frankreich wird der Sand von Dèsise bei Nevers angewendet, bei uns der von den Müchelsbergen; ist derselbe ganz reiner Quarzsand, so muſs etwas mehr Schmelzmittel hinzugefügt werden. In Berlin wendet man weiſses Glas zur Emailbereitung an.

Die Materialien werden innig gemengt, durch feine Siebe geschlagen, wobei wegen des Bleistaubs, der auf die Gesundheit nachtheilig wirkt, Vorsicht nöthig ist. Man bringt die Masse theils in Schmelzhäfen, theils in mit Sand ausgestreute Gruben in den Feuerraum unter den Ofen, wo dieselbe während des Brands bei 50° *W.* schmilzt; ist das Feuer ausgegangen, der Ofen erkaltet, so nimmt man die gefloſsne Masse heraus, schlägt den angefritteten Sand ab, und mahlt, *éplucher,* die weiſse undurchsichtige Glasur auf eignen Mühlen, deren Einrichtung gleich den oben beschriebnen ist, (siehe Seite 484.). Man bedient sich auch zur Emailbereitung besonderer Oefen, nach Art der Glasöfen, in denen man die Häfen (Kochtöpfe) aufstellt. Um das Feuer um die Häfen herum zu leiten, sind hinter jedem Hafen Züge in der Umfassungsmauer des Ofens angebracht, die mit dem Feuerloch in der Mitte der Kuppel in einen Schornstein einmünden. Die Zeit, während welcher das Email fertig gekocht, beträgt 12 Stunden, wenn der Ofen im Gang ist. Solche Einrichtungen sind in Wallerfangen, in Berlin bei Herrn *Feilner.* Die gekochte Masse wird ausgeschöpft, in kaltem Wasser abgeschreckt, gemahlen etc.

Zu der braunen, oder schwarzbraunen, Glasur gebraucht man kein Zinnoxyd, sondern z. B. 100 Mennige, 86 Ziegelmehl, 12 Braunstein; die Materialien werden mit einander vermahlen und nicht vorher gefrittet. Grünes Email aus weiſsem und Kupferoxyd, welches man zu den Ingredienzien der erstern zusetzt, und beide zusammenfrittet. Blaues E., ein Gemeng von weiſsem und Smalte, welches man zusammen mahlt; gelbes E. mittelst *Antimonium diaphoreticum,* (die Bereitung desselben siehe beim Spieſsglanz), welches man mit gleichviel Bleiglätte und ⅛ Salmiak, (⅛ Alaun) innig mengt, und in den Feuerraum, in eine Kapsel eingeschlossen, einsetzt. Man erhält dadurch eine schöne gelbe Substanz, Neapelgelb, *(Jaune de Naples),* welches mit weiſsem E. zusammen gemischt wird. Violettes E. mittelst Braunstein, den man in kleinen Portionen mit einem Zusatz von Salpeter dem weiſsen E. zusetzt, und zusammenfrittet.

Das Glasiren geschieht, wie beim Steingut beschrieben worden, durchs Eintauchen; auf die gehörige Dicke des Ueberzugs kommt viel an, denn da die Masse durchs Brennen mehr oder minder röthlich wird, so muſs die weiſse undurchsichtige Glasur eine gewisse Dicke haben, um das Lasiren des röthlichen Grunds ganz zu beseitigen, (½ Linie Dicke); für braune und andere dunkelfarbige Glasuren kann er ¼ Linie höchstens betragen, und den-

noch ist das Durchscheinen gehoben. Sind die Waaren trocken, so werden sie in Kokern auf bekannte Art eingeschlossen, einer mäſsigen Hitze ausgesetzt, um die Glasur in Fluſs zu setzen; ist dieselbe zu groſs, so können die Geschirre weich werden, zusammensinken, das Email wird blasig, *bouillonner;* (welchen Einfluſs zu groſse Hitze auf das Biscuit hat, ist bereits vorn Seite 493. gelehrt worden). Die Dauer des Brennens ist etwa 18 bis 20 Stunden. Ein Uebelstand bei allen undurchsichtigen Fayenceglasuren ist, daſs sie leicht Haarrisse bekommen, *fendiller*, selbst bersten, wenn die Masse kalkreich ist, und abblättern. (Hinsichts des Bemalens vergleiche das beim Steingut und Porzellan Gesagte.)

Man bedient sich bei der Rohmalerei des Kobaltoxyds, oder der Smalte, zu blau; des Hammerschlags, Kupferoxyds und Braunsteins zu gleichen Theilen zu schwarz; des kalcinirten Oekers und der Siener Erde zu braun; des Neapelgelbs; des Manganoxyds zu violett; des Coleothars mit gebranntem Alaun vermischt zu roth; des Chromoxyds zu grün, (Kupferoxyd ist nicht gut anwendbar, da es flüchtig ist). Alle diese Farben werden ohne besonders zugesetzte Fluſsmittel aufgetragen, und schmelzen mit der Glasur ein. Die Farben, welche auf die Glasur gemalt werden, bekommen einen Zusatz von Fluſsmitteln, (Borax, Salpeter, Kreide, Sand, Bleiglätte), um bei einer sehr niedern Temperatur zu schmelzen.

Fayencefabriken, wenn man nicht unter diesem Namen auch Steingutfabriken mit versteht, sind im preuſs. Staat wohl nur sehr wenige, in Frankreich unter andern in Paris, Luneville, Nevers, Rouen u. a. a. O. Die blaſsrothe Masse des letztern schmilzt bei 150° W. zu einer festen, durchsichtigen Glasmasse, von der Farbe dunkelgefärbter Feuersteine, die Bestandtheile derselben waren gleich denen der gewöhnlichen Hohofenschlacken, (siehe unten). Ein braunes Fayence von Paris hatte eine rothe Masse und hielt starkes Feuer aus, ohne zu schmelzen. *Berthier* hat folgende Massen von Fayence analysirt:

	von Nevers	von Paris
Kieselerde	57,2	54,1
Thonerde	12,4	12,7
Kalkerde	22,6	6,3
Eisenoxyd	6,6	7,0
Magnesia	—	2,4
Wasser (Kohlen- und Schwefelsäure)		17,3
	98,8	99,8

Brongniart, im D. d. sc. n. T. 3. p. 67., im D. t. T. 17. p. 235. T. 15. p. 476., über Fayencemalerei; *Bastenaire-Daudenart*, l'art de fabriquer la faience, recouverte d'un émail opaque, blanc et coloré, Paris 1828., aus dem Französ. übersetzt von *Frick*, Ilmenau 1833. — *Berthier*, in D. p. J. Bd. 29. S. 63. — Ueber Fayenceöfen Br. d'i. T. 3. p. 61. T. 6. p. 256.

3. Vom gewöhnlichen Töpferzeug.

Die Verfertigung von Töpferzeug, *Poterie commune*, *coarse Pottery,* ist sehr alt; schon in den frühesten Zeiten verfertigten die Völker des Alterthums unglasirte Waaren aus gemeinem Thon, wie noch heut zu Tage die Blumentöpfe, hin und wieder Ofenkacheln, Zuckerhutformen (Ziegel, Röhren) u. a. m. ohne Glasur gebrannt werden. Die Glasur mittelst eines Bleiglases ist erst in späterer Zeit erfunden worden. — Man unterscheidet Weiſstöpferei (Küchengeschirr), Braunntöpferei (Bunzlauer, Waldenburger Geschirr).

Zur Anfertigung der verschiednen Töpferwaaren dienen sehr verschiedne Thonarten; für die Weiſstöpferei der gemeine Töpferthon, welcher kohlens. Kalk und Eisenoxyd enthält, für die Brauntöpferei ein ziemlich feuerbeständiger Thon. Derselbe wird theils geschlemmt, theils ungeschlemmt verarbeitet, je nach der Waare, die man daraus verfertigen will, und der Beschaffenheit des Thons. Oft verarbeitet man gemischte Thonarten, indem der eine zu fett, der andere zu mager ist, durchs Vermengen aber das rechte Verhältniſs erlangt wird. Der Thon wird eingesumpft, durchgestochen, auf Haufen geschlagen, mit der Thonschneide herabgeschnitten, durchgetreten, in Ballen gestoſsen. Vor dem Verarbeiten wird er noch auf der Bank mit den Händen gut durchgearbeitet (geglichen), oder mit einem Streichholz heruntergestrichen, damit alle Steine und Knoten herauskommen. Das Aufdrehen geschieht theils aus freier Hand, theils mit einer Schablone (Leere) auf der gewöhnlichen mit dem Fuſs bewegten Drehscheibe. Ist die Waare lufttrocken, so wird sie, wenn sie für den Küchengebrauch bestimmt ist, theils gleich glasirt, theils erst einmal gebrannt, ehe die Glasur darauf gebracht wird, je nachdem es die Qualität des Thons und der zu fertigenden Waare mit sich bringt. Sollen die Geschirre weiſse Glasur bekommen, so begieſst man sie vor dem Glasiren noch mit weiſsem Thon, wenn nicht, wie bei Ofenkacheln es der Fall ist, die röthliche Farbe des Thons durch die undurchsichtige Zinnglasur des Emails gedeckt wird.

Die gemeine Töpferglasur ist ein leichtflüssiges Bleiglas (kiesels. Thonerde + kiesels. Bleioxyd), welches bei mäſsiger Hitze schmilzt, und sich mit der Oberfläche der Geschirre verbindet. Man bedient sich hierzu der Bleiglätte (Bleioxyd), oder auch des Bleiglanzes (Schwefelblei, Glasurerz, *Alquifoux*). Diese bleiischen Materialien werden auf eignen Glasurmühlen mit Wasser fein gemahlen, mit einer gewissen Menge Lehm (Versatzlehm) innig vermengt; für weiſse Glasuren wendet man statt des Lehms geschlemmten Sand an. Man taucht die Geschirre theils in die Glasur-

surmasse ein, theils begieſst oder bespühlt man auch blos eine Fläche, trägt auch wohl mit dem Pinsel die Glasur auf. Seltner wird die lufttrockne Waare vor dem Auftragen der Glasur halb gebrannt, wie z. B. Ofenkacheln u. a. m., wodurch sie theils weniger porös in die Glasurflüssigkeit gelangen, also weniger Wasser anziehen, sich daher nicht so dick mit Glasurmasse bedecken, theils kann man nach diesem Verfahren geborstne Geschirre schon vor dem Glasiren ausschieſsen, die sonst glasirt verworfen werden müssen. Es erfordert jedoch eine solche Behandlung mehr Brennmaterial, gröſsere, geräumigere Oefen. Wo man sie in Anwendung bringt, setzt man sowohl glasirtes als unglasirtes Geschirr gleichzeitig in den Ofen ein, wodurch beide Zwecke zugleich erreicht werden. Beim Brennen schmilzt die Glasur, das Bleioxyd der Glätte, oder das durch Oxydation des Bleiglanzes erzeugte Oxyd (schwefligsaures Gas entweicht), verbindet sich mit der Kiesel- und Thonerde des Thons, und bedeckt die Oberfläche mit einem durchsichtigen blaſsgelblichen Glas.

Je mehr Bleiglätte von dem Töpfer angewendet wird, desto leichter schmilzt die Glasur, desto geringere Hitze ist im Ofen, desto weniger Holz erforderlich; setzt aber derselbe weniger Glätte zum Versatzlehm, so flieſst die Glasur weniger leicht, erfordert eine gröſsere Hitze, also mehr Brennmaterial. 4 Theile Lehm und 7 Th. Glätte bilden ein schickliches Verhältniſs, eben so 3 : 5. Der Versatzlehm wird vorher geschlemmt, um die Sandtheile zu entfernen, dann mit der Glätte gehörig vermengt, was am schicklichsten auf der Glasurmühle geschieht. Ist die Glasurmasse in einem richtigen Verhältniſs gemischt, welches nur für eine bestimmte Art von Töpferthon passen kann, und für jede andere modificirt werden muſs, so bleibt nach dem Brennen kein loses Bleioxyd übrig, alles ist gehörig mit Kieselerde verbunden, verglast, und in den gewöhnlichen schwächern Säuren so gut als unauflöslich. Hat dagegen der Töpfer eine gröſsere Menge Bleioxyd angewendet, so kann der Fall sein, daſs sich eine Portion Bleioxyd mit der Kieselerde nicht gehörig verbunden hat, und daher von den in Küchen gebrauchten Pflanzensäuren aufgelöst werden kann.

Soll die Glasur eine andere Farbe erhalten, z. B. braun erscheinen, so setzt man Hammerschlag hinzu, grün Kupfer(asche)-oxyd, schwarz Braunstein, dunkelgelb *Antimonium diaphoreticum* oder rohes Schwefelspieſsglanz, Eisenoxyd, blau durch Zaffer, weiſs durch einen Zusatz von Zinnoxyd; auch werden diese Farben roh auf die noch nicht eingebrannte Glasur aufgetragen, indem man aus jenen mittelst Bleiglätte und etwas Thon eine leicht-

flüssige Fritte zusammensetzt, welche gepulvert und mit Wasser angemengt aufgetragen wird.

Man hat die Töpferglasur als der Gesundheit nachtheilig erklärt, und ihre gänzliche Verwerfung gewünscht. Daſs man in dieser Beziehung manches mit zu grellen Farben geschildert hat, ist unleugbar, eben so wünschenswerth ist es aber auch, eine bleifreie Glasur, welche alle Bedingungen erfüllt, denen die Bleiglasur zeither genügte, zu ermitteln und statt der erstern in allgemeinen Gebrauch zu ziehen; allein eine solche scheint noch nicht gefunden zu sein. Theils sind manche der vorgeschlagnen bleifreien Töpferglasuren zu strengflüssig, so daſs entweder die gewöhnlichen Töpferöfen einen hiezu erforderlichen Hitzgrad nicht hervorbringen, oder die Thonmassen weich werden, und selbst früher schmelzen würden, als die Glasuren; theils bekommen sie Risse, eine Folge davon, daſs die Ausdehnsamkeit und Zusammenziehung des Thons nicht gleich ist mit der der Glasur, wodurch auch Abblätterungen entstehen; theils sind sie auch mit mehr Umständen, bessern und kostspieligern Einrichtungen verknüpft, oder erfordern mehr Kenntnisse, als von einem gewöhnlichen Landtöpfer erwartet werden können, theils — und dies ist ein wichtiger Punkt — waren sie beträchtlich theurer, als die gewöhnliche Glasur; nicht selten ertheilten sie auch den Speisen und Getränken einen unangenehmen Geruch.

Einige Vorschriften zu bleifreien Glasuren für Töpferzeug. *Chaptal* schlug Flintglas vor, welches fein gemahlen mit geschlemmten Lehm versetzt als Glasur aufgetragen wird. Sie dürfte aber einmal zu strengflüssig sein, und zweitens leicht Risse bekommen. Aehnliche Vorschriften haben gegeben *Frick*, *Feilner*, z. B. 5 Theile kalcinirtes kohlens. Natron und 9 Th. feiner Sand werden in einer irdnen Kapsel, deren Boden und Wände mit Kreide ausgestrichen sind, im Töpferofen zusammengeschmolzen, das Glas gemahlen, mit Wasser angemengt etc. Das Glas hat eine grüne Farbe, kann auf lufttrocknes Geschirr angewendet werden, ohne daſs es vorher verglüht zu sein braucht. Vortheilhafter wäre die Bereitung der Glasurmasse auf Glashütten, aus Glasbrocken und einem Zusatz von kohlens. Natron, oder wasserfreiem Glaubersalz und Kohle. — 8 Theile kalcinirtes kohlens. Natron, 7 Th. feiner Sand, 1 Th. geschlemmter weiſser Thon. Dieser Zusatz vermindert die Eigenschaft leicht rissig zu werden. — 4 Theile geschlemmter Lehm und 2 Th. Fluſsspathpulver werden zu einem dunkelbraunen, schwammigen Glas zusammengefrittet; giebt eine blaſsgelbe Glasur. — 4 Theile geschlemmter Lehm und 1 Theil fein gepulverter Hammerschlag geben eine schwärzlich-rothe Fritte, und auf dem Thon eine schwarze, sehr haltbare Glasur.

Fourmy in Paris schlug Bimmsstein vor mit $\frac{1}{16}$ Braunstein versetzt, Lava; zu strengflüssig für gemeines Töpferzeug, für Steinzeug passend. — *Niesemann*'s Glasur, aus Salpeter und Pottasche von jedem 4 Theile,

Salz 8 Th., Glas 3 Th.; dies mufs noch mit einem Bindemittel gefrittet werden. (Wozu das Salz, welches nicht leicht verglast und der theure Salpeter?) — *Fuchs*'s Glasur aus Glas und Kieselsteinpulver von jedem 12 Theile, Salz ½ Th., weifser Pfeifenthon 1 Th., Borax 3 Th.; es wird zusammengeschmolzen und auf verglühtes Geschirr aufgetragen; (zu theuer durch den Borax). Nimmt man Feuerstein, Glas, Pottasche, Salpeter von jedem 2 Th., Pfeifenthon und Salz von jedem 1 Th., so erhält man eine Glasurmasse, welche nach dem Zusammenschmelzen auf lufttrocknes Geschirr aufgetragen werden kann, und eine gelbe Glasur giebt. — *Meigh*'s Glasur für Geschirr aus sich rothbrennendem Thon. Die lufttrocknen Geschirre erhalten erst einen Begufs mit rothem sehr zarten Mergel, dann, wenn dieser aufgetrocknet ist, mit einer Glasurmasse, welche aus zersetztem feldspathreichen Granit *(cornish stone)*, Glas und Braunstein zu gleichen Theilen zusammengefrittet worden. Für unsere gewöhnliche Töpferwaare zu strengflüssig. D. p. J. Bd. 10. S. 334. — Man hat auch Phonolith (Klingstein) empfohlen. — Wasserglas, aus Natron und Kali gefertigt, hat *Leibl* anzuwenden gelehrt, und zwar mit einem Zusatz von kohlens. Kalk, so dafs beim Brennen sich auch kiesels. Kalk bildet. B. K. u. Gbl. 1829. S. 472. 1832. S. 298. Diese Glasur empfohlen und prämiirt scheint keine Nachahmer gefunden zu haben. — Salzglasur ist auf Töpferzeug nicht anzuwenden, sie erfordert eine zu starke Hitze zum Einbrennen, wobei die Waare schmelzen würde. — *Lampadius* über Töpferglasuren, E. J. Bd. 12. S. 192. Bd. 16. S. 42. — Prüfungsmethode der Bleiglasuren, das. B. 16. S. 36.

Der gewöhnliche Töpferofen ist länglich-viereckig, von verschiedner Gröfse, mit einem Tonnengewölbe überspannt; an der einen schmalen Vorderwand sind 3 Schürlöcher, von denen das mittelste das gröfste ist; vor der Hinterwand ist auf das Gewölbe ein Schornstein aufgesetzt, in der Hinterwand das Kriechloch. Hinter der Vorderwand wird aus Ziegelsteinen eine Scheidewand, Ständer, angebracht, welche die Feuerkammer, *fournaise*, von dem eigentlichen Ofenraum scheidet. In dem Ständer werden gröfsere Oeffnungen, den Schürlöchern entsprechend, ausgespart, und kleinere, indem man zwischen je 2 Ziegeln Zwischenräume läfst. Man setzt auch aus Ziegeln den Schürlöchern entsprechende Kanäle durch die Länge des Ofens, die man Schürgänge nennt, in welche während des Brands Holz durch die Schürlöcher eingeschoben wird. Man füllt nun den Ofen von vorn nach hinten mit Geschirr an, setzt in die Töpfe auf kleine Dreifüfse kleinere Geschirre und deckt dann mit Thonplatten dieselben zu, stellt darauf wieder andere Geschirre etc., bis der Ofen bis ans Gewölbe gefüllt ist. Schüsseln, Näpfe etc. werden zu oberst aufgestellt, und zwar auf die Kante, und mit ihnen der Ofen verlegt. Das Geschirr, welches die stärkste Hitze verträgt, wird zunächst dem Ständer geschichtet und umgekehrt. Das Feuer wird zuerst im mittelsten Schürloch angemacht, und ziemlich lange in demselben

allein unterhalten, dann werden auch die Seitenlöcher aufgebrochen, eingeschürt und das Holz allmälig weiter in den Schürgängen hintergestoſsen. Das Brennen dauert ungefähr 26 bis 30 Stunden, dann wird der Ofen zugeschmiert, worauf er allmälig abkühlt. Daſs bei solcher Konstruktion des Ofens das Brennmaterial verschwendet wird, leuchtet ein; unsre Töpfer müssen sich endlich zu bessern Konstruktionen bequemen.

Die Masse des Töpferzeugs ist auf dem Bruch erdig, gelblichweiſs, porös, verträgt Temperatur-Abwechselungen ohne zu zerspringen, schmilzt bei höhern Hitzgraden durch den Gehalt an Kalk und Eisenoxyd. Die Glasur muſs gut eingebrannt sein, keine Risse bekommen, noch weniger abblättern, sie darf keinen Ueberschuſs an Bleioxyd enthalten, welches dadurch erkannt wird, daſs man Essig in dem Geschirr kocht, darauf den Essig auf einen Gehalt an Bleioxyd mittelst Schwefelwasserstoffgas, oder hydrothions. Schwefelammonium prüft, wodurch ein schwarzer, durch chroms. Kali ein gelber Niederschlag entsteht. Es ist überhaupt gut, jeden neuen Topf einer Vorbehandlung mit Essig zu unterwerfen, um die Glasur von losem Bleioxyd zu befreien.

Ueber Töpferei *Hayne* in D. p. J. Bd. 6. S. 233. — B. d. l. s. d'E. 1822. p. 53. 1823. p. 161. — *Kirchhof* B. K. u. Gbl. 1824. S. 183. — *Bourne* Brennofen, D. p. J. Bd. 17. S. 463. — *Bossi* J. d. p. I. Bd. 10. S. 54. — Englische Glasurmühle, D. p. J. Bd. 28. S. 177. — *Berthier* über Töpferthon A. d. M. II. sér. T. 1. p. 469. — *Feilner* V. d. G. 1828. S. 93. — Töpferofen mit Steinkohlenfeuerung, Br. d'i. T. 15. p. 233. — Zuckerhutformen zu fertigen, *Powell* in D. p. J. Bd. 31. S. 309. — *Hallette* das. Bd. 43. S. 291. — *St. Aimand* Masch. z. Zerkleinern u. Mengen d. Thons, das. Bd. 42. S. 339.

Das bunzlauer Geschirr, welches in dem östlichen Theil der preuſs. Monarchie allgemein beliebt ist, wird aus einem ziemlich feuerfesten Thon gefertigt, den man in der Nähe der Stadt bei Tillendorf findet. (Die Vorbereitung des Thons ist bereits oben Seite 496. beschrieben worden.) Das gefertigte und schnell getrocknete Geschirr wird dann mit blutrothem Beguſsthon von Neuland, bei Bunzlau, gefärbt, d. h. begossen; der Thon wird gesiebt, geschlemmt, und für die ordinären Töpfe ohne Versatz gebraucht, für die Kaffeekännchen, und andere feinere Geschirre, wird derselbe noch mit gelben versetzt. In diese Farbe taucht man die Geschirre so ein, daſs nur die Auſsenfläche sich damit überzieht; zur Glasur auf der innern Fläche dient für die Töpfe ein Gemeng von fein gemahlner Glätte und gelber Erde. Auswendig bekommen nur die Kaffeekännchen Glasur und zwar mit derselben gemischten Masse, wie inwendig. Auch glasirt man mit reiner unvermischter Glätte innere Flächen, wenn sie weiſs bleiben sollen.

Digitized by Google

Die am Boden der Geschirre anhaftende Glasurmasse muſs sodann abgekratzt werden, damit dieselben beim Brennen nicht anbacken.

Der Brennofen ist ein liegender Ofen (wie sie sonst auch zum Brennen des Porzellans angewendet wurden), 7 bis 8 Fuſs hoch, 9 bis 10 F. an der vordern Stirnwand breit, an der hintern etwas schmäler, 20 bis 25 F. lang, mit einem Tonnengewölbe überspannt; er hat in der vordern Stirnwand 2 Schürlöcher, ein kleines unteres und ein viermal gröſseres oberes. Hinter der Stirnwand, in 3 bis 4 Fuſs Abstand, ist ein 3 bis 4 F. starker Ständer aufgeführt, der sich bis fast zur Höhe des obern Schürlochs erhebt. An der hintern Wand befindet sich eine Oeffnung, das Kopfloch, ungefähr in der Höhe zwischen beiden Heitzlöchern der Vorderwand, sie führt in den Schornstein; in einer der Seitenwände befindet sich nach hinten zu das Kriechloch. Die Ofensohle wird mit Sand beschüttet, so daſs sich die Sanddecke nach hinten bis ans Kopfloch erhebt. — Man brennt alles feinere Geschirr in eignen aus scharfem Sand und Thon gefertigten Kapseln, deren man 6 bis 7 übereinander schichtet; sie bilden die 2 vordersten Querreihen hinter dem Ständer und eine Reihe zu beiden Seiten des Ofens; in der Mitte werden dann die Töpfe eingeschichtet, und zwar auf folgende Art. In die Töpfe, die zu unterst auf die Sandschicht gestellt werden, legt man einen irdnen Dreifuſs, auf diesen stellt man feineres Geschirr, deckt die Töpfe mit gebrannten, eigens dazu gefertigten, Thonblättern zu, und stellt darauf wieder feinere Geschirre, die mit umgekehrt aufgestellten Töpfen bedeckt werden, und so fort, bis der Ofen voll ist. Man verstreicht mit sandigem Thon die Töpfe, damit sie sich nicht verschieben, denn nie dürfen die feinern Geschirre der Flamme unmittelbar ausgesetzt werden. Zuerst feuert man durchs untere Schürloch langsam an, dann durchs obere; der Brand dauert 18 bis 20 Stunden, der Holzverbrauch beträgt wenigstens 4 Klafter, ($\frac{4}{5}$ Haufen). Der Ofen kühlt 10 bis 12 Stunden lang ab.

Nach einer vom Töpfermeister *Altmann* erprobten Verbesserung bedient man sich zur Glasur für feinere Geschirre nur halb so viel Bleiglätte als früher, mit $\frac{2}{3}$ Feldspath und $\frac{1}{3}$ Kreide versetzt, dieselbe bewies sich nach angestellten chemischen Prüfungen, sowohl gegen Essigsäure, alsgegen verdünnte Mineralsäuren unveränderlich; sie ist jedoch nur für die 3 ersten Feuersgrade anwendbar, und bekommt leicht Haarrisse. Vor Kurzem ist es demselben gelungen, eine völlig bleifreie Glasur auszumitteln, welche zwar hinsichts des gefälligen Ansehens noch einiges zu wünschen läſst, allein gegen Säuren ziemlich haltbar ist, indem sich nur eine kleine Spur Thonerde (Kalk) löst. — V. d. G. 1828. Seite 292.

Rothe irdne Waare, ohne (auch mit) Glasur, ***poterie rouge.***

Aus Eisenoxyd haltenden Thon, welcher sich im Feuer roth brennt, für gemeine Waaren ungeschlemmt, für feinere geschlemmt, mit Sand oder gebrannten und gepulverten Scherben vermischt verarbeitet wird, verfertigt man nicht allein Blumentöpfe, Ofenkacheln, Zuckerformen, sondern auch feine Waaren, als Vasen, Badewannen, Kandelaber, Statuen etc., vergleiche oben Seite 480. Die Ofenkacheln werden mit weiſser Emailglasur, auch mit schwarzer, gelber etc., marmorirter überzogen; die Kunstgegenstände werden nicht selten auch glasirt und bemalt.

Ganz ähnlicher Art sind die alten griechischen, etruskischen, römischen Gefäſse, welche man im südlichen Italien, Sicilien ausgräbt. Die vorzüglichsten hinsichtlich der Beschaffenheit der Masse, der Schönheit der Form, der Malerei und des Glanzes der Glasur hat man zu Nola gefunden. Die feinste Masse ist stets mit einer schwarzen Glasur versehen, die kein Bleioxyd enthält, sondern von einer kohlenstoffreichen, brennbaren Materie herzurühren scheint, man vermuthet von Erdpech, Gagat. Auſser der schwarzen Farbe finden sich auch noch andere Farben auf den etruskischen Gefäſsen; sie zeichnen sich vorzüglich durch eine besondere Leichtigkeit aus, sind durchaus nicht verglast, überhaupt nur schwach gebrannt.

Hauſsmann in Göttingen hat hierüber genaue Untersuchungen angestellt. Dessen *Commentatio de confectione vasorum antiquorum fictilium, quae vulgo etrusca appellantur*, Gottingae 1823. 4to. — *Brongniart* im D. t. Tom. 17. p. 225.

Poröse Thongefäſse zum Abkühlen des Wassers, *Alcarazzas* der Spanier. Man bedient sich in den heiſsen Ländern Europens, Asiens und Afrikas eigner poröser Thongefäſse von verschiedner Gestalt, Farbe, Masse, um Wasser abzukühlen, welches dadurch bewirkt wird, daſs es durch die Poren nach der äuſsern Fläche hindurchdringt, dort stets verdunstet, und dadurch Kälte erzeugt. Wenn z. B. die Temperatur der umgebenden Luft 20 bis 25° beträgt, so kann durchs Verdampfen die Temperatur des Wassers um 5° niedriger werden. Die spanischen Alkarazzas haben die Gestalt einer Flasche mit Henkeln, sind ziemlich fest und hart, von feiner Masse, sie werden in der Umgegend von Madrid und Malaga aus Thonmergel verfertigt, der ziemlich viel kohlens. Kalk enthält, ihre Farbe ist röthlich-gelb. Die ägyptischen haben eine grünliche Farbe, und sind mehr scharf getrocknet, als gebrannt, sie werden aus einem fetten Thonmergel gefertigt, und nach dem Trocknen bei Strohfeuer gebrannt. In Paris fertigte *Fourmy* eine Nachahmung jener Geschirre unter dem Namen Hygroceramen, von einer grobkörnigen Masse, schmutzig-weiſs von Farbe. Jedes schwach gebrannte (verglühte) Porzellangeschirr, *porcelaine dé-*

Digitized by Google

gourdie, läſst Wasser durchsickern, und kann zum Abkühlen desselben gebraucht werden. Es kommt darauf an, dem Thon viel Sand beizumengen, und beim Brennen gelinde Hitze zu geben. Man hat einen Zusatz von Salz vorgeschlagen, dessen Wirksamkeit nicht recht klar ist, dagegen Kohlenpulver zur Vermehrung der Porosität nützlich erscheint, indem es beim Brennen verzehrt wird. In England fertigt man Abkühlungsgeschirre in Masse für den ostindischen Handel.

Lasteyrie in E. J. Bd. 8. S. 448.

4. Von der Darstellung der Schmelztiegel.

Schmelztiegel, *creusets*, *crucibles, melting pots*, werden theils aus Metall, theils aus verschiednen Thonarten gefertigt (vergleiche die Einleitung Seite 20.); von letztern kann hier nur allein die Rede sein. So wie die Zwecke verschieden, zu deren Erreichung man Tiegel gebraucht, sind auch die Materialien von verschiedner Beschaffenheit, aus welchen man die Gefäſse formt. Sie müssen möglichst schwer schmelzbar sein, damit die zu schmelzenden Gegenstände, ohne daſs sie selbst zusammenschmelzen, in Fluſs gebracht werden können; sie müssen eine allmälige Temperaturerhöhung ohne zu bersten ertragen, eben so eine darauf folgende Abkühlung, damit man sich derselben mehr als einmal bedienen kann; sie dürfen von den in ihnen zu schmelzenden Materien weder angegriffen, noch durchbohrt werden. Schmelzgefäſse, in denen man keine alkalischen oder bleihaltigen Flüsse schmelzen will, und welche keinen sehr hohen Hitzgraden ausgesetzt werden, brauchen nicht alle angegebnen Eigenschaften in sich zu vereinigen, wenn sie nur nicht zu dicht sind, damit sie in der Hitze nicht Risse bekommen. Hierher gehören die Tiegel, deren man sich zum Schmelzen von Metallen, zu chemisch-pharmaceutischem Gebrauch bedient, welche aus einem wenig eisenschüssigen Thon mit Sand- oder Cämentzusatz gefertigt werden; in hohen Hitzgraden schmelzen sie aber, und sind für Glasflüsse zu porös, diese dringen durch und greifen die Tiegel stark an. Tiegel, in denen man Glas schmelzen will, Glashäfen, müssen aus völlig feuerfestem Thon mit einem Zusatz von scharf gebrannten Thoncäment, welches fein gemahlen hinzugesetzt wird, bereitet werden (siehe oben Seite 362.), allein nach einigen Monaten sind sie vom Alkali, Bleioxyd so angegriffen, daſs sie als unbrauchbar ausgewechselt werden müssen. Muffeln für die Zinkdestillation (siehe bei diesem) müssen auf gleiche Weise angefertigt werden, desgleichen die irdnen Röhren zum Treiben des Schwefels, Saigern von Wismuth.

Berühmt sind die Tiegel von Stourbridge in England, welche aus dem dortigen feuerfesten Thon mit gebranntem Thoncäment

Digitized by Google

gefertigt werden. Der Thon wird eben so vorbereitet, als beim Steingut Seite 483. angegeben worden ist; Tiegel, Häfen etc. werden aus freier Hand gefertigt, in durch Oefen erwärmten Trockenkammern langsam getrocknet, dann auf Eisenplatten gestellt, die durch Feuerkanäle geheitzt werden. Sie werden in England gewöhnlich ungebrannt verkauft, nur für die Ausfuhr gebrannt. Das Brennen geschieht in Oefen, die eben so konstruirt sind, als die Steingutöfen, nur werden die untern Feuerkanäle durch die gleichzeitig zu brennenden Ziegel gebildet, die Feuerröhren an den Umfassungswänden fehlen. Die groſsen Guſsstahlfabriken in England (Sheffield), so wie auf dem Kontinent, können diese Tiegel nicht entbehren.

Man hat mit sehr gutem Erfolg $\frac{1}{2}$ Theil Coakspulver der Masse zugesetzt, um sie dadurch noch poröser und weniger dem Bersten ausgesetzt zu erhalten. Ein solcher von *Anstey* verfertigte Tiegel hielt 14 bis 18 hintereinander folgende Schmelzungen von Eisen aus. D. p. J. Bd. 21. S. 115., 187. — Ein Tiegel von *Smith*, aus Stourbridge Thon, Coaks und Graphit hielt 23 Schmelzungen zu 70 Pfund Eisen aus! das Verhältniſs war 8 Raumtheile Thon, 5 Rthlc. Coakspulver und 4 Rthlc. Reiſsblei. Diese Tiegel hielten die gröſsten Hitzgrade ohne zu erweichen aus, so daſs man Stabeisen in ihnen schmelzen konnte (150 bis 155° W.), und ertrugen Temperaturwechsel, ohne zu bersten. D. p. J. Bd. 36. S. 146. — Eine andere Komposition zu Tiegeln für die Messingfabrikation ist folgende: $\frac{1}{2}$ Stourbridge Thon, $\frac{1}{4}$ gebr. Thoncäment, $\frac{1}{8}$ Coakspulver, $\frac{1}{8}$ Pfeifenthon; die Masse wird gepreſst.

Die hessischen Tiegel von Groſs-Allmerode und Epterode, im Kurfürstenthum Hessen, werden aus einem wenig Eisenoxyd enthaltenden, beinahe völlig kalkerdefreien, feuerfesten Thon mit Zusatz von gröbern Sand gefertigt; die Masse wird mit wenig Wasser angemengt, weshalb sie beim Trocknen wenig schwindet, in eisernen Formen gepreſst, und nach dem Trocknen mäſsig stark gebrannt. Durch den gröbern Sand ist die Tiegelmasse sehr rauh, daher zu manchen Operationen, als zum Schmelzen edler Metalle, unpraktisch; dagegen liegt hierin die längere Haltbarkeit begründet, da die Masse durch den gröbern Sand porös wird, und sich daher schneller ausdehnen und zusammenziehen kann, als dichtere Massen. Man fertigt dreikantige kleinere, konische mit Ausgüssen, kleine, mittlere und groſse; Tiegeldecken, Muffeln, Retorten u. a. Artikel. Sie haben eine schmutziggelbe Farbe, klingen, vertragen salzige und bleiische Glasflüsse ziemlich gut, schmelzen aber eher als Stabeisen.

Man hat vielfach versucht sie nachzubilden, aber nicht jeder feuerfeste Thon, nicht jeder Sand ist dazu anwendbar; dies haben Erfahrungen bei uns sowohl, als auch in Frankreich gelehrt, wo

man in neuerer Zeit Tiegel fabricirt (*Beaufay* in Paris), die den hessischen in nichts nachstehen sollen und deren man sich in chemischen Laboratorien, Münzwerkstätten, ja selbst zum Schmelzen von Straſs bedient. Sie werden aus einem Thon gefertigt, der in der Gegend von Namur, in den Ardennen, gegraben wird; sie sind mit einer sehr dünnen Schicht Thon übergossen, um ihnen eine glatte Oberfläche zu geben. Man fertigt aus dieser Masse auch Röstscherben, Muffeln, Retorten, tragbare Oefen etc.

Deyeux, Fabrik feuerfester Tiegel, in denen Stabeisen geschmolzen werden kann, zu Mouchy-St.-Eloy im Dptmt. de l'Oise. D. p. J. Bd. 29. S. 312. — *Berthier* (D. p. J. Bd. 29. S. 63.) hat von mehrern Sorten Schmelztiegeln Analysen geliefert, die hier folgen:

	Hessische.	*Beaufay* in Paris.	Englische für Guſsstahl.	St. Etienne für Guſsstahl.	Glashafen von Némours.	Böhmischer Glashafen.	Glashafen von Creusot.
Kieselerde	70,9	64,6	63,7	65,2	67,4	68,0	68,0
Thonerde	24,8	34,4	20,7	25,0	32,0	29,0	28,0
Eisenoxyd	3,8	1,0	4,0	7,2	0,8	2,2	2,0
Magnesia	Spur	—	—	Spur	Spur	0,5	Spur
Wasser	—	—	10,3	—	—	—	1,0
	99,5	100,0	98,7	97,4	100,2	99,7	99,0

Nach *Wurzer* soll der Thon und Sand der hessischen Tiegel bestehen aus:

	Thon	Sand
Kieselerde	10,1	95,5
Thonerde	65,4	2,1
Eisen- u. Manganoxyd	1,2	1,5
Kalk	0,3	0,8
Wasser	23,0	—
	100,0	99,9

V. d. G. 1828. S. 249. — *Wurzer* in E. J. Bd. 18. S. 124.

Graphittiegel, *creusets de plombagine, black-lead crucibles,* (Ipser Tiegel), Passauer Tiegel, werden aus feuerfestem Thon und dem zweifachen Gewicht Reiſsblei gefertigt. Beide werden mit Wasser innig gemengt, darauf geformt, getrocknet und nicht gebrannt, sondern bloſs zum vollkommnen Austrocknen mäſsig erwärmt. Man fertigt dreieckige und konische, benennt sie nach dem Markgewicht, als 10, 15, 20 märker etc. Sie halten groſse Hitze aus, ohne zu schmelzen, gröſsere als die hessischen Tiegel, ertragen starke Abwechselung der Temperatur ohne zu bersten, können deshalb auch mehrmals gebraucht werden; sie dienen zum Schmelzen von edlen Metallen, wegen ihrer glatten Oberfläche bleibt nichts hängen, also möglichst wenig Verlust, zum Bronze-

guſs, nicht zum Schmelzen salziger Materien, Glas etc. Man fertigt dieselben nicht in Ips, sondern in (Haffner-) Obernzell bei Passau, wo sich in der Nähe Graphit und geeigneter Thon findet, auch werden dort, jedoch seltner, andere chemische Feuergeschirre, als Röhren, Retorten, Muffeln etc., auch Ziegel, Oefen, Kochgeschirre gemacht. Besonders in den Münzanstalten, und von den Gold- und Silberarbeitern werden die Graphittiegel viel gebraucht; sie dienen auch zur Fertigung tragbarer chemischer Oefen (siehe die Einleitung).

Anzeiger für Kunst- und Gewerbfleiſs in Baiern 1815. S. 243. — B. K. u. Gbl. 1826. S. 250.

Man fertigt auch aus Steinzeug, Porzellan, sowohl dem verglühten als Biscuit und glasirtem, Schmelztiegel, welche aber wegen ihres dichten Gefüges dem Bersten sehr ausgesetzt sind; sie sind zum Schmelzen salziger Stoffe, zur Darstellung von ätzenden Erden brauchbar. Hierher gehören auch die Feuerwaaren von *Wedgwood*, *W. fire-ware.*

Ueber die Verfertigung von Schmelztiegeln: *Cameron* in D. p. J. Bd. 5. S. 97. — *Kastner*'s Gewerbsfreund Bd. 4. S. 103, 132, 144, 325. — *Marshal* D. p. J. Bd. 14. S. 178. — B. K. u. Gbl. 1827. S. 422. — *Beaufay* Fabrik v. Schmelzt., B. d. l. s. d'E. 1829. p. 245. — Industr. T. 8. p. 142, 178. — *Mayer* über d. Pressen d. S. in Obernzell, B. K. u. Gbl. 1830. II. S. 251. — D. p. J. Bd. 48. S. 468.

5. Pfeifenbrennerei.

Man unterscheidet weiſse und farbige Pfeifen, letztere bestehen jedoch nur in Pfeifenköpfen. Das Material zu den weiſsen Pfeifen ist ein feiner, feuerfester eisen- und kalkfreier Thon, Pfeifenthon, *terre à pipe* (siehe oben Seite 466.), der sich leicht verarbeiten läſst und sich weiſs brennt. Man findet ihn bei Cöln, daher er auch Cölnischer Pfeifenthon genannt wird, bei Lüttich, Namur in den Ardennen, in Frankreich, England etc. Derselbe wird durchs Einsumpfen, Schneiden, Treten, Gleichen etc. sehr sorgfältig vorbereitet, (vergleiche die Beschreibung des gewöhnlichen Verfahrens der Töpfereien Seite 496), denn hiebei muſs jedes Steinchen wohl vermieden werden, weshalb man sandigen Thon schlemmt.

Die Pfeifen werden also gefertigt: man formt aus einem Thonklos eine lange dünne Thonwulst, Weller, *roll*, die an dem einen Ende, wo der Kopf der Pfeife, *fourneau*, *bowl*, entstehen soll, dikker sein muſs, als am andern. Der Roller legt die fertigen Weller auf einander, läſst sie etwas trocknen, ehe sie weiter bearbeitet werden. Darauf nimmt sie der Kaster, oder Former, durchbohrt sie der Länge nach mit einem Draht, Weiserdraht, *aiguille*, bis an den Kopf, legt sie in die mit Oel bestrichne, aus zwei Hälften gefertigte, messingne Pfeifenform, und zwar in die eine Hälfte der-

selben, so daſs das stärkere Ende in die Form des Kopfs zu liegen kommt, setzt die zweite Hälfte auf, und preſst beide mittelst einer Schraubenpresse zusammen. Um nun den Kopf auszuhöhlen, bedient sich der Arbeiter des Stopfers, *étampeux*, *stopper*, eines eisernen Kegels mit eisernen Griff, welcher mit Oel bestrichen eingedrückt wird, worauf der überschüssige Thon herausgedrückt und der Kopf hohl wird. Hierauf wird die Form geöffnet, die Pfeife herausgenommen, die Nähte, *rebarbes*, mittelst eines Drahts abgenommen, die Mündung beschnitten, das Rohr und der Kopf mit einem stumpfen Messer gestrichen und geebnet, endlich mit einem Glättstein aus Achat geglast, polirt. Die fertigen Pfeifen werden auf eigens dazu gefertigten Brettern getrocknet. — Ein Arbeiter mit einem Gehülfen kann täglich 900 Stück fertigen.

Das Brennen der Pfeifen geschieht in eignen Kapseln, Kästen, welche theils cylindrisch geformt sind, und im Ofen aufrecht stehen, theils liegen und die Form eines Parallelopipedums haben. Die holländischen und französischen Pfeifenbrennöfen sind ganz ähnlich den Steingutöfen, stehende oben überwölbte Räume, in denen die cylindrischen mit Pfeifen gefüllten Kapseln neben einander gestellt werden. Jede Kapsel hat im Innern einen Ständer, hohlen Kegel, *chandellier, pillar,* mit einer runden Thonplatte am obern Theil, gegen welche die Enden der Pfeifenröhren, die im Kreis herumgestellt werden, sich anlegen. Der Ofen wird gelind angefeuert, nachher stärker, der Brand dauert 16 Stunden; man heitzt mit Torf oder Holz. Die in England gebräuchlichen Kapseln haben an der Innenseite, in regelmäſsigen Abständen, 6 horizontale Trageplatten, auf welche die Pfeifen mit ihren Köpfen im Kreis aufgestellt und an den Ständer angelehnt werden, so daſs 6 Reihen Pfeifen übereinander in einer Kapsel sich befinden. Der Ofen hat einen Rost, auf welchem Steinkohlen gebrannt werden, der Brand dauert 7 bis 9 Stunden. In Deutschland brennt man die Pfeifen in Oefen, ähnlich den Fayenceöfen, bei denen die Feuerkammer unter dem Brennofen liegt; sie sind 8 Fuſs ins Geviert und 14 Fuſs hoch. Die Kästen sind gegen 4 Fuſs lang, 2 Fuſs breit und hoch, man legt die Pfeifen, damit sie sich nicht werfen, mit gestoſsner und gebrannter Pfeifenerde schichtweis ein. Die Kästen werden in zwei Reihen, je 3 auf einander gestellt; der Brand dauert 14 Stunden. Kleinere Oefen sind in Münden und Hameln im Königreich Hannover gewöhnlich, für 1200 Pfeifen, die keine eigentlichen Kästen enthalten, sondern wo sämmtliche Pfeifen durch eine dünne Thondecke, wie von einer Muffel, überkleidet, ohne daſs sie von der Flamme berührt werden können, gahr gebrannt werden. Diese dünne Decke wird mittelst Papier, auf welches Thon gestrichen ist, gebildet,

Digitized by Google

das Papier verbrennt in der Hitze, und der Thon bleibt als Kruste übrig.

Die gebrannten Pfeifen haften an den feuchten Lippen, werden leicht schmutzig, deshalb überzieht man sie mit einer Tünche, welche aus Traganth, weiſsem Wachs, Seife und Wasser besteht; man bestreicht die Pfeifen damit, läſst einige Minuten lang trocknen, und reibt sie dann mit Flanell, wodurch sie Glanz bekommen. Man verpackt die Pfeifen in Kisten, Körbe mit Häcksel, Buchweizenkleie.

Pfeifen werden in Holland, besonders in Gouda, gefertigt, woselbst sehr viele Fabriken seit langer Zeit existiren, in England noch früher; in Deutschland zu Groſs-Allmerode, Minden, Uslar, Hameln, Münden, im Kurfürstenthum Hessen, im Königreich Hannover; zu Speichen im Regbzk. Trier, zu Bonn, Cöln u. a. a. O. im Königreich Preussen. — *Krünitz* Encyklopädie Bd. 109. S. 589. — D. t. T. 16. p. 207. „Pipe." *Rees Cyclopaedia* Vol. 27. „Pipe Tabacco."

In Ungarn und der Türkei fertigt man aus eisenschüssigem Thon (Bolus, Siegelerde), theils auch aus einem geschlemmten fetten Thon mit Zusatz von Ziegelmehl, Pfeifenköpfe, von denen manche sich dunkelbraunroth brennen, und mit Röthelpulver abgerieben werden, um sie roth zu färben. Die türkischen Köpfe sind klein, und ähneln, da sie schwach gebrannt, der etruskischen Waare, die ungrischen, stärker gebrannten, mehr dem Steingut; erstere werden oft vergoldet.

6. Vom gemeinen Steingut, oder Steinzeug.

Das gemeine Steingut, Steinzeug, *grès, stone ware,* eine Gattung irdner Waaren, welche sowohl von dem englischen Steingut, als auch von der gewöhnlichen Töpferwaare, dem Fayence, wesentlich dadurch verschieden ist, daſs die Masse so stark gesintert, daſs sie sich dem Halbgefloſsnen nähert, am Stahl Funken schlägt, analog dem ächten Porzellan, von welchem es sich nur durch die stark gefärbte, minder feine und homogene Masse, abweichende Glasur unterscheidet, während Fayence, Töpferzeug, Steingut nur mehr oder minder stark zusammengesintert sind, daher nicht die beträchtliche Härte haben, und auf eine ganz andere Art glasirt werden. Das Steinzeug wird nämlich mittelst Kochsalz, oder mittelst Schmiedeschlacken, Laven, (mitunter gar nicht), glasirt.

Der Thon zur Verfertigung dieser Art Waare ist ein feuerfester, feiner, wenig eisenhaltender, fast ganz kalkfreier, der oft eine hinlängliche Menge feinen Sand enthält; so z. B. der Thon von Belgern an der Elbe, von welchem 5¼ Pfund, 3 Pfd. 13½ Lth. feinen Thon und 1 Pfd. 26½ Lth. feinen Sand enthalten. Die Vorbereitung des Thons ist dieselbe, wie sie in dem Vorhergehenden angegeben ist, nur setzt man nicht selten etwas Sand hinzu. Man fertigt aus solchem Thon Flaschen für Mineralwasser, Krüge, Reibe-

satten, Milchnäpfe, Apothekerkruken, Töpfe, (nicht zum Gebrauch am Feuer), Flaschen für Säuren, für *Woulf*'sche Apparate, Wassereimer, groſse Wassergefäſse für Küchen etc. Das Brennen geschieht in liegenden Oefen, den Töpferöfen sehr analog, welche eine etwas ansteigende Sohle, eine weitere Feuerkammer haben; es dauert 8 Tage, und die Hitze erreicht eine ansehnliche Höhe von 100 bis 120° *W.* Auch ohne alle Glasur würde das Geschirr dicht genug sein, um keine Flüssigkeiten durchdringen zu lassen, allein der Reinlichkeit wegen pflegt man es mit einer Glasur zu überziehen, nämlich mit kiesels. Natron, welches auf folgende Weise zu Stande gebracht wird. Sobald der Ofen in der beträchtlichsten Gluth sich befindet, wird Salz in denselben geworfen, dieses verdampft, kommt mit dem glühenden Geschirr in Berührung, wird zersetzt, indem das Chlor als salzsaures Gas entweicht, das Natrium sich oxydirt und als Natron mit der Kieselerde sich verbindet, und so eine Verglasung bewirkt, (vergl. Seite 196). Der Rauch, der mit dem glühenden Geschirr in Berührung tritt, macht dasselbe etwas gelbbräunlich, man hat es aber auch von ziemlich blaſsgelber Farbe. Soll das Steingut mit Schmiedeschlacken und Hohofenschlacken glasirt werden, so werden diese fein gepulvert auf die feuchten Geschirre aufgestäubt.

Die Farbe der Masse ist auf dem Bruch theils bläulich-grau, braun, theils gelblich-grau, von verschiednen Mengen Eisenoxyd abhängig; die Masse ist sehr dicht, weshalb die Geschirre einen Temperaturwechsel, ohne zu zerspringen, nicht ertragen, sie paſst daher auch nicht für Schmelztiegel. Wäre der Eisengehalt geringer, so würde man Kalk hinzusetzen können, ohne zu befürchten, daſs die Masse dadurch im heftigen Feuer schmelzen dürfte, hiedurch würde die dem Porzellan eigne Durchscheinenheit hervorgebracht werden. Ueberhaupt ist zwischen dem weiſsen Steinzeug, welches beim Brennen durchscheinend wird und feuerbeständig ist, und dem Porzellan kein wesentlicher chemischer Unterschied, als die Beschaffenheit der Glasur.

Steinzeug wird in dem preuſsischen Staat an vielen Orten produzirt, im Regbzk. Merseburg zu Belgern a. d. Elbe, Hohenleipisch, Straach, Kraupa, Döllingen, Elsterwerda, Liebenwerda, in Zeitz, Skölen; im Regbzk. Liegnitz zu Muskau, Freistadt, Waldenburg, auch in Bunzlau; Regbzk. Trier, zu Speichen; im Landkreis Cöln, zu Frechem, Vallendar, Niederfell; Regbzk. Münster zu Stadtlohe, Ochtrup etc. etc.

Es verdient bemerkt zu werden, daſs aus einem bei Plaue, unweit Brandenburg, gegrabnen Thon vor 100 Jahren ein schönes Steingutgeschirr, Plauesches Porzellan, fabrizirt worden ist, von braun und schwarz gefärbter Masse; es wurde bemalt, vergoldet, die Fabrikation aber nicht lange fortgesetzt.

An das Steinzeug, oder gemeine Steingut, reiht sich eine Art Geschirr an, welches *Wedgwood* zuerst verfertigte, und das man nach dem Erfinder Wedgwood-Geschirr genannt hat. Dasselbe wird aus gefärbten Massen gefertigt, die beim Brennen nach Art des Steinzeugs in Halbfluſs kommen, daher ein porzellanartiges Ansehen erhalten, *dry bodies* der Engländer; sie werden gewöhnlich nicht glasirt. Die Masse, welche durch verschiedne Metalloxyde gefärbt wird, besteht aus 47 Schwerspath, 15 Granit, 26 Thon von Devonshire, 6 Gyps, 15 Kieselst., 10 kohlens. Strontian; oder auch 30 Granit, 23 Gyps, 17 Kieselst., 15 Thon, 15 Kaolin, 10 Schwerspath. Die Farbstoffe sind die bereits mehrmals erwähnten; Kobaltoxyd macht blaue, Nickeloxyd blaſsgrüne, Kupferoxyd braune ins Grünliche, *Antimonium diaphoreticum* gelbe Massen; zur schwarzen werden $7\frac{5}{8}$ Eisenoxydul und Manganoxyd angewendet. Die gefärbten Massen lassen sich ebenso leicht verarbeiten, als die Masse des englischen Steinguts. Man bringt gewöhnlich verschiedenfarbige Verzierungen, Abdrücke von Gemmen, geschnittnen Steinen, so wie andere Zierrathen an, welche besonders geformt und aufgelegt werden. Sie werden meist nur einmal gebrannt.

Sollen sie glasirt werden, wie z. B. die schwarzen *Wedgwood*-Geschirre, so besteht die Glasur aus einem sehr leichtflüssigen Bleiglas, durch etwas Braunstein gefärbt; dieses wird gleich beim Brennen mit eingebrannt. Nicht selten zeigen die *Wedgwood*-Geschirre einen glänzenden Lüster, welcher ihnen ohne eigentliche Glasur, auf folgende Art ertheilt wird. Die Geschirre werden in Muffeln, deren innere Oberfläche durch Salz und Pottasche glasirt ist, zum zweiten Mal gebrannt, wodurch sie, durch Verflüchtigung der Alkalitheile von der innern Fläche, einen Anflug von Glasur erhalten, welches Verfahren in England *the smearing* genannt wird. Man bringt selbst noch absichtlich eine leichtflüssige, flüchtige Komposition in die Muffeln, um jenen Lüster gehörig zu erreichen. Auf solche Waare werden auch farbige Drucke aufgetragen, in derselben Art, wie bereits oben Seite 488 angegeben worden ist; um gelbe Abdrücke auf braunen Geschirren zu fertigen, wendet man Ocker mit antimoniger Säure an, das Fluſsmittel besteht aus gleichen Theilen Kieselstein und Flintglas; zum weiſsen Druck wendet man auf farbigem Grund ein Gemeng von jenem Fluſs und Kieselstaub an.

Man hat an mehrern Orten des Kontinents dieses *Wedgwood*-Geschirr nachgebildet: die schwarze Masse zu Saargemünd in der Fabrik von *Utzschneider;* es kann jedoch, des theuren Preises wegen, nicht allgemein in Gebrauch kommen, wird mehr als Kunstgegenstand aufgestellt. Das erste Porzellan, welches *Bött-*

cher 1703 in Dresden fertigte, war eigentlich roth-braunes Steinzeug.

Brongniart, im D. t. Tom 17. p. 269. — *St. Aimans*, a. a. O. p. 155.

7. Porzellanfabrikation.

Es ist bekannt, daſs die Kunst Porzellan zu fabriziren in China und Japan seit den ältesten Zeiten ausgeübt worden ist; man bedient sich dort 4 Fossilien, des Kaolins, des Petunze, eines feldspathreichen Granits oder auch Feldspaths, des Hoaché, Talks, Specksteins für die leichten und wohlfeilern Sorten des Porzellans, und des Chekao, Gypses. Die einzelnen Materialien werden sehr sorgfältig zubereitet, die Masse durch Ochsen getreten, und lange Zeit aufbewahrt, ehe sie verbraucht wird. Es scheint als würden die gefertigten Geschirre nicht verglüht, sondern lufttrocken glasirt. Die Masse des chinesischen Porzellans ist weit weniger weiſs, als des jetzigen europäischen, aber sehr feuerbeständig, die Glasur ist stets grünlich, und mitunter voller Haarrisse; die Formen sind sehr barock, geschmacklos, die Malerei höchst einfach, ohne richtige Zeichnung und lebhaftes Kolorit; sie tritt auf dem chinesischen Porzellan auf der Glasur hervor, nicht auf dem japanischen. Die Geschirre zeichnen sich durch groſse Dünne und Leichtigkeit aus.

Man muſs zwei Arten Porzellan, die in ihrer chemischen Mischung sowohl, als auch in ihrem sonstigen Verhalten verschieden sind, unterscheiden, 1) ächtes Porzellan, *porcelaine dure*, 2) Fritteporzellan, *porcelaine tendre, soft porcelain*, *iron stone china*, welches bereits vor Entdeckung des erstern in Frankreich 1695 gefertigt wurde, und noch gefertigt wird. Die erste Fabrik von Fritteporzellan war zu Saint-Cloud, darauf entstanden andere zu Chantilly, Orleans, Villeroy, das Fabrikat war aber keineswegs lobenswerth. 1756 wurde die Fabrik von Sèvres ursprünglich für Fritteporzellan errichtet, in welcher erst 1768 angefangen wurde ächtes Porzellan zu fertigen; erst 1774 kam dieser Fabrikationszweig in Schwung. *Böttcher* stellte 1703 das erste ächte Porzellan, welches eine rothgefärbte Masse hatte, aus Meiſsner Thon, (vergl. das auf voriger Seite Gesagte), 1709 mit Beihülfe des Barons *von Tschirnhausen* weiſses Porzellan dar; hierauf wurde die Porzellanfabrik zu Meiſsen 1710 errichtet. Später entstanden Fabriken zu Wien 1721, Fürstenberg 1744, Frankenthal 1754, Berlin 1760, Nymphenburg u. a. a. O., besonders mehrere in den thüringschen Fürstenthümern, zu Gotha, Ilmenau, Gera, Rudolstadt; in der neusten Zeit im preuſsischen Staat zu Althaldensleben, Weiſsenfels, u. a. a. O.

a) Aechtes Porzellan.

Zur Verfertigung der Porzellanmasse, *pâte*, sind erforderlich: 1) Porzellanerde, Kaolin, als Hauptbestandtheil, und 2) ein Fluſsmittel, *fondant*, mehrentheils Feldspath, wie in Berlin und den

Digitized by Google

mehrsten deutschen Porzellanmanufakturen, aber auch kalkhaltiger Sandstein, wie z. B. in den thüringer Fabriken (Gotha, Weiſsenfels), Gyps, Kreide und Kieselstein. Durch den Zusatz des Fluſsmittels wird der feuerbeständige Thon beim Brennen in einen Zustand der Dichtigkeit gebracht, der das Durchscheinende der Masse, das Klingende bedingt, die Partikeln des feuerbeständigen Thons werden gleichsam zusammengeschweiſst; doch darf nicht zu viel von dem Fluſsmittel hinzukommen, weil sonst die Porzellanerde zu viel von ihrer Bildsamkeit und Zähigkeit verlieren würde, auch nicht zu wenig, in dem sonst die Kapseln eher erweichen und schmelzen würden, bevor die Masse gehörig gut gebrannt wäre.

Die Bearbeitung der einzelnen Materialien zur Porzellanmasse und Glasur ist folgende. Die Porzellanerde, so wie sie von der Grube kommt, wo man die Steine und die gröbern Beigemengsel bereits ausgelesen hat, wird geschlemmt; hierzu sind groſse Schlemmvorrichtungen erforderlich. Man stellt in einem langen, gepflasterten Raum groſse hölzerne Bottiche auf, und zwar so, daſs sie zwei Reihen über einander bilden, indem die obern auf ein mit Brettern belegtes Gerüst über die untern gestellt werden. Die Bottiche haben in verschiednen Abständen vom Boden Löcher, welche mit hölzernen Pfropfen verschlossen sind. Ueber je zwei obere Bottiche stellt man einen kleinen, in welchen ½ Centner Erde eingetragen und mit Wasser aufgeweicht wird. Das zum Schlemmen erforderliche Wasser wird durch eine Röhrenleitung längs der Decke der Schlemmgebäude zugeführt, die Decke am besten mit Zink- oder Kupferplatten belegt, da Holz von der steten Feuchtigkeit sehr leicht verfault.

Ist das Aufweichen unter Durcharbeiten geschehen, so zieht der Schlemmer die Pfropfen zu beiden Seiten, und läſst, unter stetem Zufluſs von Wasser, die Erde auswaschen, bis nur noch wenig im obern Bottich als Rückstand bleibt. Darauf wird eine neue Partie Erde eingetragen, und so fortgefahren, bis die beiden untern Bottiche gefüllt sind. Nach einiger Zeit hat sich das gröbere, der Sand, die Gypstheilchen in den gröſsern Bottichen zu Boden gesetzt, während die zartern Theilchen sich noch schwebend erhalten, worauf dann durchs Oeffnen des obersten Zapfens die trübe Flüssigkeit in die untersten Bottiche durch ein feines Sieb abgelassen wird, auf welchem die etwa noch nicht gehörig abgeschiednen gröbern Theile zurückbleiben. Aus den untersten Bottichen kommt die Erde, nachdem sie sich abgelagert hat, in die Vorrathsbottiche, in denen sie sich immer mehr vom überflüssigen Wasser scheidet, welches so weit abgelassen wird, daſs es nur 2 bis 3 Zoll hoch über derselben steht. Aus diesen Bottichen wird die feingeschlemmte Erde, nach vorherigem Aufrühren, in Kübeln abgemessen und zur Massebereitung genommen; man prüft jedoch vorher, wie viel 1 Kubikfuſs

bikfuſs solcher dickflüssigen Masse an trockner Erde und Wasser enthält, und dieses Verhältniſs giebt den Anhaltepunkt für die Bestimmung der Kübelzahl.

Der Feldspath, dessen man zur Porzellanmasse bedarf, muſs höchstens eine fleischrothe Farbe besitzen, denn wenn er zu sehr eisenhaltig ist, so wird die Masse leicht gelblich. Er wird in kleinen Stücken abgeliefert, mit Wasser in Fässern abgewaschen, getrocknet, entweder durch ein Pochwerk, oder mittelst zweier guſseiserner Walzen in kleinere Stücke gebrochen, und diese dann unter die Mühle gebracht, deren Einrichtung im Allgemeinen dieselbe ist, wie vorn Seite 484 beschrieben worden, nur mit dem Unterschied, daſs die Steine ein gröſseres Gewicht haben müssen. Während des Feinmahlens mit Wasser steigt die Temperatur, wenn die Masse eine gewisse Feinheit erlangt hat, die Masse wird dick, gleich als ob eine innige Bindung von Wasser stattfindet. Der Feldspath ist meist nach 12 Stunden zum feinsten Pulver gerieben, und kann dem Feinschlemmen unterworfen werden, welches in 2 Bottichen geschicht, überhaupt schneller vollbracht wird, da das gröſsere specifische Gewicht des Feldspaths die Arbeit erleichtert. Das minder feine abgeschlemmte wird nochmals gemahlen, das geschlemmte aber in Vorrathsbottiche gebracht, und eben so, wie die geschlemmte Erde, behandelt. — Das Schlemmen der Materialien zur Glasur, des Gypses, Kieselsteins, der Porzellanscherben geschicht auf gleiche Art; sie werden vorher geglüht, wozu ein Flammofen am vortheilhaftesten, die Scherben, der Quarz, Sand, glühend in Wasser abgeschreckt, unter dem Quetschwerk zerdrückt, und zwischen den Mühlsteinen fein gemahlen.

So einfach auch der Prozeſs des Schlemmens an sich ist, so erfordert er doch eine groſse Aufmerksamkeit, Genauigkeit und Reinlichkeit, indem die kleinste Unreinlichkeit von Folgen sein kann. So wie Eisenrost, oder irgend eine eisenoxydhaltende Materie, etwas Lehm in die Fässer fällt, giebt es in der Masse gelbe Flecke; durch organische Substanzen, die sich verkohlen, entstehen schwarze Flecke. Wird beim Schlemmen der Pfropfen zu früh gezogen, so haben sich die minder feinen Theile noch nicht gehörig getrennt, im entgegengesetzten Fall haben sich schon feine Theile abgesondert.

Das Vermischen der Ingredienzien geschicht, wie schon gesagt, im feuchten Zustand, nach Kübeln; zur Erreichung einer innigen Mengung wird dann das Gemisch noch einmal geschlemmt, wobei ein Sieb im letzten Bottich angebracht ist, durch welches etwa zufällig in die Masse gekommene fremde Körper abgeschieden werden können. Nach diesem Schlemmen läſst man die Masse sich

ruhig absetzen und zapft alles unnöthige Wasser ab. Das Abdampfen und Trocknen der Masse geschieht in eignen Trocknenräumen, welche nach Art der oben Seite 484 beim englischen Steingut beschriebnen, eingerichtet sind. Es sind aus feuerfesten Charmottesteinen gemauerte länglich-viereckige Kästen, deren Boden mit Gyps ausgegossen ist, oder auf Charmottesteinen ruhende Kästen von Zinkblech; sie werden durch eine Rostfeuerung, mit unter dem Boden hin und her geführten Kanälen, sehr mäſsig geheizt, so daſs das Abdampfen langsam geschieht, wozu auch der Gyps am Boden des Behälters das Seine mit beiträgt. Ueber den flachen Behältern ist ein Brodenfang angebracht, durch welchen auch die Schornsteine der Feuerungen geführt sind. Die Masse darf nicht trockner werden, als ein weicher Teig, denn sonst verliert sie an Bildsamkeit; hat sie diese Konsistenz erreicht, so theilt man sie in viereckige Stücke, die man herausnimmt und einer mechanischen Vorbereitung unterwirft.

Dieſs geschah früher, auch jetzt noch an einigen Orten, um alle Luftbläschen herauszutreiben, durchs Treten, *marcher, marchage*, in Berlin mittelst Stöſseln in hölzernen, mit Blei ausgefütterten Kästen, (damit keine Holzspäne hineinkommen); darauf wird die Masse noch mit der Thonschabe bearbeitet, *coupage, wedging, slapping,* und in Ballen, *ballons*, *ballooms*, geformt, die man in feuchten Kellern aufbewahrt. Je länger das Aufbewahren dauert, desto bildsamer wird die Masse, desto mehr haben sich wahrscheinlich die ungleichartigen Substanzen genähert; während dem entbindet sich ein fauliger Geruch, *pourriture des pâtes,* es entwickeln sich Ammoniak, (über die Ammoniakbildung siehe oben Seite 227), Schwefelwasserstoffgas durch das in dem Feldspath fein eingesprengte Schwefeleisen, die Masse läuft schwarz an, welche beide Erscheinungen beim Verarbeiten verschwinden.

Die Massenversätze sind in verschiednen Fabriken und zu verschiednen Zwecken abweichend; die Masse, aus welcher man zu Sèvres Tischgeräth verfertigt, wird aus 64 Theilen geschlemmten Kaolin von St. Yriex, bei Limoges, 10 Th. geschl. Quarzsand von Aumont, bei Senlis, 6 Th. Kreide von Bougival, und 10 Th. feinen Sand, den man aus dem Kaolin ausgeschlemmt hat, einem Gemeng von Quarz und Feldspath, zusammengesetzt. Die Masse der pariser Fabriken besteht aus 8 Th. ungeschlemmten Kaolin und 2 Th. Feldspath. In Berlin setzt man 32% Feldspath zur geschlemmten Porzellanerde von Morl.

Folgende Angaben über die chemische Zusammensetzung von 3 Porzellanmassen sind von *Berthier*.

Masse von	Sèvres	von Worcester	aus Piemont.
Kieselerde	59,6	77,0	60,0
Thonerde	35,0	8,6	9,0
Kali	1,8	—	—
Kalk	2,4	1,2	1,6
Magnesia	—	7,0	15,2
Wasser	0,8	5,6	13,6
	99,6	99,4	99,4

Das beste (ächte) englische Porzellan wird zu Worcester gefertigt, das übrige englische Porzellan ist eine Art Fritteporzellan, (siehe unten). — Zur Verfertigung des piemontesischen Porzellans wird Magnesit von Baudissero, bei Turin, angewendet. Die Erfahrung hat gelehrt, daſs wenn man als Fluſsmittel Magnesiafossile anwendet, wie Talk, Speckstein etc., man eine zwar bei schwächern Feuersgraden sich gahr brennende Masse erhält, die jedoch eine ganz andere Schwindung hat, als Feldspathporzellan, etwas durchscheinender, aber auch spröder ist, als letzteres, daher viel Bruch veranlaſst, und den Temperaturwechsel schlecht verträgt. *Frick* in den V. d. G. 1828. S. 154.

Die Bearbeitung der Masse, das Aufdrehen der Geschirre, *ébauchage*, ist mit mehr Schwierigkeiten verknüpft, als die Bearbeitung der Steingutmassen, da diese bildsamer sind, als erstere, und nicht so leicht bersten. Alle Porzellangefäſse, Geräthe, Zierrathen etc. werden in Gypsformen gefertigt, deren für jeden Artikel eine hinlängliche Zahl vorhanden sein muſs, damit die Arbeiter ohne Unterbrechung arbeiten können. Hierdurch allein wird es möglich, gleiche Form und Gröſse zu erhalten, was bei dem Aufdrehen aus freier Hand nicht in demselben Maſs erreicht werden kann. Sind es runde flache Gegenstände, wie z. B. Schüsseln, Teller, Tassen, so dreht sie der Arbeiter vor, und nachdem er sich eine hinlängliche Anzahl vorgedreht, bringt er sie in die Gypsformen, *moulage à la housse*, drückt sie mit einem Schwamm fest an, und nimmt sie nach einiger Zeit, während der Gyps das Wasser angezogen hat, und die Masse steifer geworden ist, vorsichtig heraus und dreht nun die innere Fläche bis zur hinlänglichen Stärke mit einer messingnen Schablone aus.

Sind es flache Gegenstände und solche, die vermöge ihrer Form nicht gedreht werden können, als ovale 4 und 3eckige flache Waaren, so bildet der Arbeiter eine Platte, *croûte*, indem er auf einer Marmorplatte, oder einem mit einer Bleiplatte belegten Tisch über einem Stück feuchter Leinwand, *coutil*, zwischen zwei hölzernen Linealen die Masse mittelst eines Mangelholzes, *billette*, *rouleau* ausgleicht, um ein überall gleich dickes und ebnes Stück von hinlänglicher Gröſse zu erhalten. Dieses wird dann mit aller Vorsicht in die Gypsform eingetragen, damit die Luft entweiche, die sonst Blasen, *soufflets*, hervorbringt, die Leinwand abgezogen und

die Thonplatte mit einem nassen Schwamm angedrückt, die vorstehenden Ränder aber mit einer scharfen Klinge abgeschnitten. Die runden Füfse werden aus freier Hand gefertigt und angesetzt. Sämmtliche Geschirre werden dann noch glatt gemacht und mit Schlicker, *barbotine,* gleichsam polirt. Runde und hohle Gegenstände, als Kaffee- und Theekannen, Vasen, werden aus freier Hand gedreht, nach Schablonen von Aufsen und von Innen bearbeitet und dann garnirt, d. h. mit Henkeln, Tüllen etc. versehen. Figuren werden aus sehr vielen einzeln geformten Theilen zusammengesetzt. Die fertigen Gegenstände werden auf glatten Brettern, welche in Gerüsten aufgestellt werden, in den Stuben, in denen das Drehen geschieht, langsam getrocknet, denn durch schnelles Trocknen würden sie leicht bersten.

Bei Anfertigung von Geräthen aller Art ist die Schwindung, *retraite*, zu berücksichtigen, welche bei verschiednen Massen natürlich verschieden ist; sie beträgt für die Berliner Geschirrmasse ⅐ der Dimensionen. Hienach müssen die Geschirre, deren Gröfse bestimmt ist, ⅐ gröfsere Dimensionen im rohen Zustand erhalten.

Nachdem die Geschirre lufttrocken sind, werden sie im Verglühofen, der zweiten Etage des Porzellanbrennofens, verglüht, *cuire en dégourdi*; durchs Verglühen tritt keine merkliche Schwindung ein, die Masse wird aber so fest, dafs sie in Berührung mit Wasser nicht aufweicht, folglich ohne Gefahr glasirt werden kann. Die zum Verglühen erforderliche Hitze richtet sich nach der verschiednen Mischung der Porzellanmassen; im Verglühofen zu Sèvres beträgt die Hitze 55 bis 60° W. Das Verglühen geschieht in Kapseln, aber so, dafs mehrere Gegenstände auf einander gestellt werden; für hohe Gefäfse (sogenannte Ringwaare) werden zwischen die beiden Kapselstücke Ringe von Kapselmasse, *cerceaux, wads*, gelegt, um die nöthige Höhe herauszubringen; (vergl. den Artikel „englisches Steingut").

Die Verfertigung der Kapseln ist für die Porzellanfabrikation von grofser Wichtigkeit; man bedient sich dazu eines feuerfesten Thons, der von dem Porzellanthon sich nur durch minder weifse Farbe unterscheidet (Bennstädter Thon, siehe oben Seite 466). Er wird nicht geschlemmt, mit einem Cäment von gemahlnen Porzellankapselscherben versetzt, welchen man Charmotte nennt. Zu dem Ende werden von den untauglich gewordnen Kapseln die nicht durch Asche verglasten ausgewählt, zerstampft oder zerquetscht, dann zwischen eisernen Walzen fein gemahlen und durchgesiebt; das gröbste wird zur Verfertigung der Muffeln gebraucht, das mittlere für die Kapseln, das feinste für die Pumbse. Die Bearbeitung des Kapselthons ist ganz dieselbe, wie sie von den Töpfern ausgeübt wird. Die Kapseln werden auf der Scheibe gedreht, sollen sie oval werden, aus der runden Form in die ovale durchs Schieben gebracht. Die Muffeln werden über hölzernen Formen geformt. Die Pumbse,

rondeaux, werden aus Kapselmasse mittelst eiserner Formen auf ebnen Brettern geformt, mit einem Drath platt abgeschnitten, mit Thonschlicker und Sand überzogen, gebrannt.

Der Porzellanofen ist, wie der Steingutofen, ein stehender, cylindrischer Etageofen, an seinem Umfang sind Feuerungen, *alandiers*, 4 oder 5 an der Zahl angebracht; er hat meistens 3 durch Feuerkanäle, *carnaux*, mit einander in Verbindung stehende Brennräume, von denen der unterste der Gutofen, Glattbrennofen heiſst, *four à couverte*, der obere der Verglühofen, *four à dégourdi*; über demselben ist noch ein dritter gewölbter Raum, *globe*, welcher in einen langen Schornstein ausmündet; man brennt in diesem dritten Raum nur Kapseln. (In der hiesigen Königl. Porzellanmanufaktur sind 6 Brennöfen in stetem Gang, 1833 wurden 424 Brände gemacht.) Man brennt allgemein Holz und zwar bei uns Kienenholz von gewöhnlicher Qualität, in Frankreich Birkenholz, Pappelholz; Torf ist, wie Erfahrungen hier gelehrt haben, wegen der vielen Asche, wodurch die Kapseln verglasen und leicht zerspringen, nicht praktisch brauchbar. Steinkohlen werden in England allgemein, auch in der hiesigen Sanitätsgeschirrfabrik angewendet, es müssen Stückkohlen und backende sein, die stark Flamme geben; auch hier ist die Asche nachtheilig. Auſser den stehenden wendet man auch noch liegende Oefen an, wie in den thüringschen Fabriken, und bis vor einigen Jahren in Meiſsen und Wien; sie verzehren weit mehr Brennmaterial als die Etageöfen, geben eine sehr ungleiche Hitze, so daſs man gezwungen ist, verschiedne Massenversätze zu machen, und einen Theil des Ofens ganz unbenutzt zu lassen.

Die verglühten Geschirre werden hierauf glasirt, *passer en couvert*. Das Material zur Glasur ist eine erdige Masse, welche in heftigem Feuer, ohne Zusatz eines Alkalis oder Bleioxyds, zu einem farblosen, durchsichtigen Glas schmilzt, welches das durchs Gutbrennen weich gewordne Porzellan überdeckt, und die weiſse Farbe desselben durchscheinen läſst. Man bedient sich zur Glasur theils des Feldspaths, welcher in höhern Hitzgraden schmilzt, auch des Gypses und Sands in Verbindung mit einem Zusatz von fein gemahlnen Porzellanscherben. Die zur Glasur erforderlichen Materialien werden sehr fein gemahlen und zu einem dünnen Brei mit Wasser angemengt. In diesen taucht man die verglühte Waare ein, oder zieht sie durch, *tremper*, *poser par immersion*, und trägt mit einem Pinsel die Flüssigkeit auf diejenigen Stellen auf, an welchen das Geschirr angefaſst wurde. Sodann wird die Glasurmasse vom Fuſs der Geschirre mit hölzernen Schablonen abgeschabt und abgebürstet, damit letztere nicht auf dem Boden der Kapseln beim Gutbrennen ankleben.

Digitized by Google

Die Glasurmasse zu Sèvres besteht nach *Berthier* aus 73,0 Kieselerde, 16,2 Thonerde, 8,4 Kali (0,6 Wasser), sie wird aus Quarz und Feldspath bereitet. Die Berliner Glasur besteht aus Gyps, Kieselerde, Porzellanscherben und etwas Porzellanerde. Der Zusatz von Gyps, den man nicht selten macht, soll die Schmelzbarkeit befördern, leicht wird aber dadurch ein Stich ins Grüne bedingt; zu viel Porzellanscherbenzusatz bewirkt, daſs in der Glasur sehr viele feine Pünktchen sichtbar werden, *coque d'oeuf*, es sieht aus wie Eierschalen.

Ueber Porzellanglasur, *Rose* in D. p. J. Bd. 5. S. 200. — Das. Bd. 50. S. 235.

Sind die Geschirre trocken, so werden sie in Kapseln eingesetzt, *encaster*, *encastage*, und zwar entweder jedes Stück in eine einzelne, oder mehrere kleinere Stücke, wie z. B. Tassen, Schälchen, neben einander in eine. Man stellt die Waaren auf Pumbse, welche in die mit Sand bestreuten Kapseln gelegt werden, damit die Geschirre im Boden überall unterstützt beim heftigen Feuer, in welchem die Masse weich wird und sich leicht verunstaltet, sich nicht krumm ziehen können. Aus diesem Grund kann man auch die Geschirre nicht aufeinander stellen, oder nur an 3 Punkten unterstützen, wie in den Kokern der Steingutfabriken, sondern der Boden der Porzellangeschirre muſs in allen Punkten durch eine vollkommen horizontale Ebne unterstützt werden. Dieses alles macht die Waare, abgesehen von der weit schwierigern Anfertigung durch Formen etc., weit theurer als Steingut, da so viele Kapseln gebraucht werden, welche bei dem mindesten Verziehen im Feuer, oder durchs Zerspringen als unbrauchbar verworfen werden müssen. Endlich können auch weit weniger Porzellangeschirre auf einmal im Ofen gebrannt werden als Steingut, da jedes Porzellangeschirr einer eignen Kapsel bedarf; 12 Teller von Porzellan nehmen mit ihren Kapseln eben so viel Platz ein, als 38 Steingutteller mit den Kokern. Das Einsetzen der Kapseln in den Ofen, *enfournement*, das Anordnen der Kapselstöſse, *piles* oder *files, bungs*, die Bildung der nöthigen Feuergänge, ist eine sehr wichtige Sache, welche groſse Erfahrung und Umsicht erfordert, um sowohl in den äuſsersten Kapselreihen, die den Ausmündungen der Feuerungen zunächst stehen, als auch in den mittlern gleichen Effekt zu erzielen; hiervon hängt das ganze Gelingen eines Brands ab. Der Boden des Ofens ist wagerecht, mit gepulverten Kapselscherben bedeckt.

Nach vollendetem Einsetzen der Kapselstöſse wird die Einsatzöffnung mit 3 Reihen feuerfester Steine vermauert, in derselben ein Probeloch, *trou de montre*, *visière*, von 5 bis 6 Zoll ins Geviert ausgespart, und mit beweglichen Steinen verschlossen und verstrichen; ähnliche Oeffnungen sind in der Umfassungsmauer des

Digitized by Google

Ofens angebracht und zwar 5 oder 6, eine immer höher als die andere, um durch dieselben Probescherben, *montres,* ziehen zu können, (das Probeziehen, *tirer des montres*). Zu dem Ende werden glasirte Porzellanscherben in eigens dazu verfertigten vorn offnen Probekapseln den Probeöffnungen gegenüber in die Kapselreihen eingesetzt. Man beurtheilt aus der Beschaffenheit dieser Scherben den Gang des Ofens, die Wirkung des Feuers. Anfangs wird schwach geheitzt, Vorfeuerung, (Lavierfeuer, Flattirfeuer), *petit feu*, *trempe*, allmälig stärker, bis der Ofen völlig roth glüht, wozu etwa 12 bis 15 Stunden erforderlich sind; sodann wird das Feuer bis zur stärksten Weiſsglühhitze vermehrt, Scharffeuer, *grand feu*, welches 17 bis 18 Stunden lang in den Berliner Oefen unterhalten wird, so daſs man dieselben einige 30 Stunden lang anschürt. Der Verbrauch an Brennholz beträgt in Berlin auf einen Brand ungefähr 1¼ Haufen. Die Hitze im Gutofen zu Sèvres ist 134° *W.*, die im Berliner Ofen ist noch gröſser, indem Stückchen von den feuerfesten Steinen, mit welchen der Gutofen zu Sèvres aufgeführt ist, in einer Berliner Porzellantasse in den Gutofen eingesetzt sich in eine glasige Schlacke verwandeln. Die Hitze steigt so hoch in demselben, daſs Stabeisen, in eine Kapsel eingesetzt, sich verschlackt und das Oxyd sich verflüchtigt.

Ist das Glattbrennen vollendet, so werden alle Feuerungen dicht verstrichen, die Klappe im Schornstein geschlossen, bis der Ofen nach 3 oder 4 Tagen abgekühlt ist; hierauf werden die Kapseln herausgenommen, *défourner,* die Geschirre sorgfältig sortirt, die tadellosen theils als Weiſsporzellan verkauft, theils noch auf der Glasur bemalt, vergoldet, diejenigen aber, die mit der Kapsel in Berührung waren, auf einer Porzellanscheibe abgeschliffen, und auf einer Holzscheibe polirt. Man pflegt auch auf die Stellen, die von Glasur entblöſst sind, eine sehr leichtflüssige Glasur aufzutragen, *blanc de gorge,* und unter der Muffel einzubrennen. Dieselbe muſs möglichst gleiche Farbe mit der Porzellanglasur besitzen. Die zurückgestellten mangelhaften Geschirre werden zerbrochen und zur Glasur vermahlen.

Das Porzellan besitzt eine angenehm weiſse Farbe, die manchmal etwas ins Bläuliche, Graue, und Gelbliche sticht, ist an dünnen Stellen durchscheinend, im Bruch flachmuschlig, feinkörnig, etwas fettglänzend, saugt die feuchte Zunge nicht an, da die Masse nicht wie die des Steinguts und Fayences hartgebrannter Thon ist, sondern im Feuer halbgeflossen; davon rührt auch die Durchscheinenheit, der Klang, die Beschaffenheit des Bruchs her. Die Glasur auf dem Porzellan bildet eine dünne Fläche farblosen Glases, welches durchsichtig die weiſse Farbe der Masse durchscheinen läſst. Nicht wenig Porzellan wird unter der Glasur bemalt auch bedruckt (ver-

gleiche den Artikel „englisches Steingut"), zu welchem Endzweck man zeither bloſs Chromoxyd, Uranoxyd und Kobaltoxyd als Pigmente wegen ihrer Feuerbeständigkeit hat anwenden können. Diese Art Malerei, *couleurs au grand feu*, ist, da das besondere Einbrennen in der Muffel erspart wird, natürlich wohlfeiler als auf der Glasur, aber auch nur auf wenige Farben beschränkt. — Was die zum Porzellanmalen nöthigen Farben betrifft, so vergleiche man das bei dem Artikel „Glas" Seite 377. Gesagte, welches auch für die Porzellanmalerei im Allgemeinen gilt. Das am häufigsten angewendete Fluſsmittel ist Bleiglas, ein höchst basich kiesels. Bleioxyd; bei gewissen Metallfarben setzt man noch etwas Borax hinzu. Die Mischung des Fluſsmittels muſs so sein, daſs das dadurch geschmolzne Glas einen schnellen Temperaturwechsel eben so gut erträgt, als das Porzellan, und nicht rissig wird; ein zu groſser Zusatz von Flüssen macht die Porzellanfarben matt. Sämmtliche Flüsse müssen den Farben gleiche Schmelzbarkeit ertheilen, so daſs sie beim Einbrennen alle gleichzeitig in Fluſs kommen.

Die gebräuchlichsten Farben, *couleurs de moufle*, sind:

Goldpurpur, man mischt ihn mit Fluſs und malt mit dem Gemisch, ohne vorher den Farbstoff mit dem Fluſs zusammenzuschmelzen. Er giebt ein schönes Purpurroth, erfordert sorgfältige Beobachtung der Hitze beim Einbrennen, wenn die Farbe nicht verlieren soll. Ein Zusatz von Silber macht eine rosenrothe Tinte; durch Zusatz von Kobaltoxyd erhält man Violet. Die rothen Farben werden im Glattbrennofen gänzlich verflüchtigt.

Eisenoxyd giebt auch eine rothe Farbe, welche zwischen ziegelroth nud granatroth mitten inne steht; man vermischt das Eisenoxyd mit Kieselerde, Borax und Bleiglas; vermischt man Eisenoxyd mit Eisenoxydul, so erhält man, nach Maſsgabe der Mischung, verschiedne braunrothe Nüancen, kastanienbraun etc. — Fleischroth, Thonerde und Eisenoxyd. Braune Farbetöne werden aus Eisen- und Manganoxyd zusammengemischt, welche man mit dem Fluſs vorher schmelzt.

Spieſsglanzige Säure, (*Antimonium diaphoreticum*) giebt mit Bleiglas vermischt gelb, (Neapelgelb); mitunter setzt man auch noch Zinnoxyd hinzu; ein Zusatz von etwas Eisenoxyd macht eine Saffranfarbe, dann schmelzt man aber das Ganze vorher zusammen. — Uranoxyd mit Bleioxyd gemischt giebt eine strohgelbe Farbe.

Kobaltoxyd giebt blau; ein Zusatz von Zinn- und Zinkoxyd giebt die hellern Farbetöne. Kobaltoxyd fängt an in groſser Hitze sich zu verflüchtigen, weshalb man im Glattbrennofen in einer Kapsel nicht blau bemalte und weiſse Geschirre zusammen einsetzen darf, es wird sonst die weiſse Glasur einen bläulichen Stich annehmen.

Kupferoxyd (und zwar das schnell niedergefallne durch Niederschlagung eines Kupferoxydsalzes mittelst Kali) giebt ein dunkles Grün, welches im Gutofen sich verflüchtigt, wogegen Chromoxyd die heftige Hitze verträgt.

Uranoxyd giebt in der Hitze, wobei es zum Oxydul desoxydirt wird, ein feines Schwarz; gewöhnlich setzt man eine schwarze Farbe aus Eisenoxydul, Mangan- und Kobaltoxyd künstlich zusammen; in Frankreich pflegt man statt Eisenoxydul Kupferoxyd zu nehmen, letzteres ist jedoch nicht feuerbeständig und durch Desoxydation leicht veränderlich; setzt man viel Fluſs zu, so wird die Farbe grau. — Iridium zu schwarzen u. grauen Farben, *Frick* in P. A. Bd. 31. S. 17.

Die Vorschriften zur Darstellung von Porzellanfarben, welche man hie und da in quantitativen Verhältnissen angegeben findet, haben einen sehr relativen Werth, einmal und hauptsächlich weil die Porzellanglasuren und Feuersgrade sehr verschieden sind, und zweitens dieser Gegenstand auf den Fabriken als ein wichtiges Geheimniſs betrachtet wird.

Die Metallfarben werden mit ihren Flüssen auf einem Reibstein mit Läufer fein gerieben, wobei man entweder Wasser, oder Spieköl anwendet; sie werden trocken aufbewahrt, und beim jedesmaligen Gebrauch von neuem mit Spieköl abgerieben, welchem man ein wenig altes, dick gewordnes, oder durchs Abdampfen verdicktes Oel zusetzt. Das Technische des Malens selbst gehört nicht hierher, und läſst sich nicht mit kurzen Worten verständlich machen. — Das Einbrennen der Porzellanmalereien geschieht ebenso, wie das der Glasmalereien, in der Muffel, (vergleiche das oben Seite 379. Angeführte). Man stellt die einzelnen Geschirre eins über das andere so auf, daſs sie sich nicht berühren, und von den Wänden der aus feuerfestem Thon verfertigten Muffeln gehörig abstehen. Man legt zwischen die Geschirre verschieden geformte, aus Porzellanmasse gefertigte, verglühte Untersetzer, Brunen, Ringe mit 3 kleinen Füſsen. Ist die Muffel mit Geschirren angefüllt, so wird sie mit einer Vorsetzplatte geschlossen und verklebt. In derselben ist aber unten eine Oeffnung mit einem Rohr aus gleicher Masse angebracht, um mittelst einer Zange kleine bemalte Porzellanscherben ziehen zu können, welche man hinter der Oeffnung aufgestellt hat. Geübte Augen erkennen an der Farbe der glühenden Muffel den Hitzgrad, und beurtheilen danach, ob die Farben gehörig geflossen oder nicht. Man bringt im obern gewölbten Theil der Muffel ein aufsteigendes Rohr an, um den Oeldämpfen, so wie den sonstigen sich entwickelnden Luftarten, einen Ausgang zu gewähren. Das Anfeuern geschieht mit trocknem Holz, auch mit Holzkohlen. (Die nöthige Hitze soll 6° W. betragen.)

Unter der Muffel wird auch das Gold, (Platin, Silber) eingebrannt. Man bringt niedergeschlagnes reinstes Gold, (Platinoxyd, Silberoxyd) mit Spieköl angerieben, zugleich mit einem Fluſsmittel, meistens ($\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{20}$) Wismuthoxyd auf, und erhitzt dann das Geschirr unter der Muffel bis der Fluſs völlig geflossen und das

Digitized by Google

Gold auf der Glasur gehörig befestigt ist. Die Vergoldungen werden dann entweder polirt, oder matt gelassen. Im ersten Fall wird mit einem Achat das Gold überall gehörig angedrückt, *dégrossir*, und dann mit Blutstein polirt, *brunir*. Der Arbeiter faſst das Geschirr mit einem leinenen Tuch an, weil der Schweiſs der Hände dem Glanz des Golds nachtheilig ist. Nicht selten sollen die Goldgründe matt bleiben und nur einige Zeichnungen in denselben glänzend hervortreten, diese werden dann mittelst Blutstein verzeichnet. Um einen gleichförmigen matten Grund zu erhalten, polirt man die Goldfläche nur leicht und bringt das Geschirr nochmals unter die Muffel.

Einige Notizen über die Fabrikationsquanta an weiſsem Porzellan in der königl. Porzellanmanufaktur zu Berlin, welche ich der Güte des Direktors Hrn. Geh. Bergraths *Frick* verdanke.

Es wurden verbraucht:

	1829.		30.	31.	32.	33.
Porzellanerde	5670	Centn.	4689	4901	5135	5826
Feldspath	1080	-	849	1053	1029	1248
Gefertigte Ballen Masse zu 20 Pfd.	28681	Stück	29100	29003	31896	35209
Kapseln	515000	-	513540	512600	490850	544400
Dazu verbraucht:						
Thon	21000	Centn.	23356	22562	23436	24861
An Geschirren wurden gefertigt:						
Kaffeegeschirre	430000	Stück	402990	383723	334179	342413
Tafelgeschirre	133000	-	141333	133470	155726	165450
Summa aller Geschirre .	745000	-	726950	665983	634467	644377
Unter der Glasur bemalt	27000	-	5781	36029	10397	6080
Es wurden Brände gemacht	400	-	400	392	416	424
Arbeiter	246	-	290	286	380*)	464*)

Seit 1822 bis 1833 einschlieſslich sind 1,316000 Stück Teller, Schüsseln etc. gefertigt worden.

In Berlin wird auſser dem Porzellan noch eine wohlfeilere Sorte Geschirr unter dem Namen **Sanitätsgeschirr**, **Gesundheitsgeschirr**, fabrizirt; die Masse desselben ist ein Gemisch von Porzellanmasse und $\frac{2}{5}$ feuerfesten Thon; sie wird aus freier Hand gedreht, daher die einzelnen Geschirre nicht so genau gleicher Gröſse und Form sind, wie das Porzellan, aber, weil diese Arbeit schneller vollbracht werden kann, wohlfeiler. Die Glasur ist ganz dieselbe. Da jetzt die Preise des Porzellans bedeutend

*) Einschlieſsl. der Fabrikation des bunten Porzellans.

ermäſsigt sind, so ist der Unterschied im Preis zwischen Gesundheitsgeschirr und Porzellan nicht mehr so groſs als früher.

Die Manufaktur hat 6 Brennöfen, jeden von 4 Etagen, ein Brand dauert 23 bis 24 Stunden, als Brennmaterial dienen theils Steinkohlen, englische und schlesische gemischt, welche in 5 Feuerungen brennen, der Aufgang beträgt auf einen Brand 26 Tonnen, oder 104 Scheffel, theils Holz. Im Jahr 1829 wurden 344 Bräude gemacht, und 1350195 Geschirre gebrannt. Darunter befanden sich 827000 diverse weiſse Pfeifenköpfe, 137840 Stück Teller, 26660 Stück Kaffeekannen etc. Von obigen Pfeifenköpfen wurden 529600 Stück bemalt, vergoldet. Es ist hiebei zu bemerken, daſs das Jahr 1829 wegen des Brandschadens im vorhergehenden Jahr ein ungünstiges zu nennen ist. Es wurden verbraucht an Porzellanerde: 7374 Centner, Feldspath 940 Centr., an Porzellan- und Kapselthon 22927 C., an Masse 10357¼ C. Zur Kapselmasse und Steinen wurden verbraucht 22152 C. Charmotte, neue Kapseln wurden gefertigt 434456 Stück. Die Gesammtzahl der Arbeiter 192.

Vorstehende Angaben verdanke ich der Güte des Geh. Bergraths und Direktors der Anstalt Hrn. *Prössel.*

b) Fritteporzellan.

Vorn Seite 510. ist bereits erwähnt worden, daſs das Fritteporzellan, *porcelaine tendre*, früher gefertigt wurde, als das ächte Porzellan. Es wird aus einem weiſsen feuerfesten Thon mit einem Zusatz von Glasfritte (kiesels. Kali, kiesels. Natron, oder beiden zugleich) verfertigt, welche als Fluſsmittel die Halbverglasung, das Weichwerden und Zusammenschweiſsen bedingt.

Die Fritte verfertigte man zu Sèvres aus 22 geschmolznen Salpeter, 7,2 Kochsalz, 3,6 spanischer Soda, 3,6 Alaun, 3,6 Gyps und 60 reinem Quarzsand von Fontainebleau; man läſst das Gemeng in Dickfluſs kommen, zerstöſst die Fritte zu einem feinen Pulver und setzt zu 6 Theilen derselben 1 Thl. geschlemmten weiſsen Kalkmergel von Argenteuil und 1 Theil Kreide. — Die Glasur wird aus 28,5 Th. feinem Sand, 9,6 Quarzpulver, 12,8 Pottasche, 10,6 Soda und 38,5 Bleioxyd bereitet. Man setzt das Gemeng in Schmelztiegel vertheilt in den Gutofen und läſst es flieſsen; darauf wird das Glas zerstoſsen, nochmals geschmolzen, fein gepulvert.

Da jedoch die Masse zu wenig Zähigkeit und Bildsamkeit hat, so setzt man ⅛ des Gewichts der Masse einer Mischung von schwarzer Seife und Pergamentleim, (noch besser Traganthschleim statt Seife) hinzu, *pâte chimisée*, was jedoch nicht hinlänglich ist, um die Geschirre auf der Scheibe aufdrehen zu können, weshalb alles in Gypsformen, die aus 2 Hälften bestehen, geformt und gepreſst werden muſs. Sind die Geschirre ein wenig getrocknet, so werden sie abgedreht. Fritteporzellan erfordert eine geringere Hitze zum Gahrbrennen, als Feldspathporzellan, verzieht sich sehr

leicht, weshalb man die Geschirre theils über Formen von feuerfestem Thon, *renversoirs*, brennt, welche gleiche Schwindung mit dem Porzellan haben, oder mit Thonstücken unterstützt, damit die Form nicht durchs Weichwerden leide. Die Formen können nur einmal gebraucht werden. Der Ofen ist derselbe wie beim ächten Porzellan, in der untern Abtheilung wird verglüht, in der obern glattgebrannt, wozu geringere Hitze erforderlich ist, als zum ersten Hartbrennen, wobei die Schwindung $\frac{1}{7}$ beträgt; der Brand dauert 75 bis 100 Stunden. Die Glasur wird mit Wasser (und Essig) angemengt, und damit auf gewöhnliche Art glasirt, nur mit dem Unterschied, daſs, da das verglühte Gut nicht porös genug ist, um Flüssigkeit einzusaugen, diese Operation nicht durchs Eintauchen verrichtet werden kann. Die glasirten Geschirre werden in der obern Etage des Brennofens gebrannt, wobei kein Verziehen und Weichwerden mehr stattfindet. Auf die erste Schicht der Glasur, da sie meistens ungleich ausfällt, trägt man wohl eine zweite auf.

Aus dem Gesagten geht hervor, daſs die Anfertigung des Fritteporzellans schwieriger ist, als die des ächten, die Masse theurer, das Bearbeiten umständlicher, viel Bruch nicht zu vermeiden. Die Masse ist aber durchscheinender, jedoch gelblich, verträgt keinen beträchtlichen Temperaturwechsel ohne zu zerspringen. Wegen des Bleigehalts der Glasur können mehrere Metalloxyde nicht aufgemalt werden.

Fritteporzellan von Tournay.

Kieselerde	75,3
Thonerde	8,2
Kali, Natron	5,9
Kalk	10,0
Wasser	0,6
	100,0

Das Fritteporzellan von Tournay, dessen Analyse *Berthier* geliefert hat, wird aus Thon, Kreide und Soda gefertigt, es ist sehr leichtflüssig, wenig zerbrechlich, weshalb es in Restaurationen in Frankreich häufig gebraucht wird.

In England verfertigt man unter dem Namen *iron stone china* viel Fritteporzellan, welches bei der Fabrikation weniger Schwierigkeit verursacht, und der Gesundheit der Arbeiter nicht nachtheilig ist. Ein Zusatz von Knochenasche als Fluſsmittel bedingt die Durchscheinenheit, trägt aber auch zur Sprödigkeit bei, so daſs es einen mäſsig starken Temperaturwechsel nicht aushält. Es ist einleuchtend, daſs zum Glattbrennen eines solchen Porzel-

Digitized by Google

lans weniger Hitze erforderlich ist, als zum Brennen des ächten, weshalb auch die Glasur weit leichter schmelzen mufs; man setzt daher viel Bleioxyd, Glas und Borax zu. Es ist aber auch ein solches Porzellan mit dem ächten in Güte nicht zu vergleichen. Die Konstruktion der Brennöfen in den Potteries bedingt durchaus nicht die Erzeugung einer hinlänglichen Hitze, um ächtes Porzellan brennen zu können.

Angaben der Bestandtheile des Porzellans mit Knochenasche. 8 Eimer (20 Quart englisch) Schlamm von blauem Thon (das Quart 48 Unzen wiegend), 6 Eimer Schlamm von gebrannten Knochen (das Quart zu 4 Pfund), 130 Pfund Kaolin, *china clay*, 120 Pfund zersetzten Granit, 1 Unze Kobaltblau (Smalte). Die Glasur dazu: 18 Pfd. Flintglas, 20 Pfd. gebrannter Kiesel, 56 Pfd. zersetzter Granit, 46 Pfd. Borax, 1 Unze Kobaltblau. Diese Masse wird geschmolzen, zerstofsen und mit 60 Pfd. Bleiweifs vermischt, auf der Glasurmühle gemahlen und fein gesiebt. — Eine andere Komposition ist: Sand von Lynn 150, Knochenasche 300, Pottasche 10; der Fritte von diesen Substanzen setzt man 100 Kaolin zu. Die Glasur besteht aus: zersetztem Granit 45, Kieselstein 12, Borax 15, Flintglas 20, die Fritte davon wird mit 12 Th. Mennige vermischt.

Man fertigt aber auch in England ohne Knochenasche Fritteporzellan, wie folgende Massenversätze beweisen: 60 zersetzter Granit, 40 Thon und 2 Flintglas; die Glasur aus: 30 Granit, 15 Quarz, 6 Mennige, 5 Soda, diese werden gefrittet und zu 44 Th. der Fritte 23 Flintglas und 15 Bleiweifs gesetzt. Auch soll man mit Schwerspath und kohlens. Strontian Massen fertigen.

Fritteporzellan wird in England zu Chelsea, Coalport, Derby gefertigt.

Ueber Porzellan siehe *Brongniart* im D. d. sc. n. T. 3. p. 78. und im D. t. T. 17. p. 279. — *Bastenaire-Daudenart l'art de fabriquer la porcelaine*, Paris 1827, 2 Tom. *Klaproth* und *Wolf* Wörterbuch der Chemie Artikel „Thonwaaren" (was Porzellan betrifft zum gröfsten Theil von Hrn. Geh. Bergrath *Frick*, Direktor der königl. Manufaktur zu Berlin, bearbeitet). Ueber Porzellanmalerei das D. t. T. 15. p. 486. — P. ch. E. Vol. II. p. 73. — *Despretz* neue Porzellanmasse, D. p. J. Bd. 19. S. 393. — *Desvignes* Vergoldung, B. d. l. s. d'E. 1825. S. 268. — Br. d'i. T. 8. p. 73., 244. T. 10. p. 18., 110., 121. T. 14. p. 303. T. 15. p. 199. T. 16. p. 276. — Ueber d. Verhalten d. wiener, berliner, nymphenburger Porzell. im Feuer, B. K. u. Gbl. 1826. S. 533. — Porzellandruck, D. p. J. Bd. 23. S. 385. — *Nast* Verzierungen en relief das. Bd. 30. S. 174. — *Langlois* B. d. l. s. d'E. 1828. p. 23., 179. — Lithophanie *Bourgoin* das. p. 185. — *Jones* in D. p. J. Bd. 34. S. 428. — *St. Aimand* englisch. Porz. B. d. l. s. d'E. 1829. p. 83., 157., in D. p. J. Bd. 41. S. 205. — *Grouvelle* u. *Honoré*, das. Bd. 51. S. 122.

Druckfehler.

Seite 107 Zeile 22 v. u. setze $\dot{\mathrm{H}}$ statt $\dot{\mathrm{Ħ}}$.
Auf dem 12ten Bogen steht die Zahl der Seite 182 statt 192.
Seite 287 Zeile 15 v. o. setze neben $\acute{\mathrm{K}}$ oder KS.

Zusatz zu Seite 245.

Ueber die Gewinnung der Boraxsäure in Oberitalien.

Die Borsäure findet sich nicht allein in dem Wasser der Lagunen von Montecerboli und Castelnuovo, Monterotondo, Leccia, Luttegnano, Sarazzono, dessen Temperatur 70° und darüber, sondern sie wird in groſser Menge durch heiſse Gasströme, *soffioni*, auf ganz trocknem Terrain zu Tage gebracht; die Temperatur der letztern ist 120 bis 140°. Man benutzt die heiſsen Gase um das Wasser der Lagunen dadurch in Pfannen zu concentriren, die Säure zum Krystallisiren zu bringen. Man gewinnt in Toskana jährlich an 700000 Pfund Borsäure.

A. d. M. III. sér. T. 5. p. 394.

Berlin, gedruckt bei Petsch.

Tabellen
der stöchiometrischen Verhältniſszahlen.

1. Der einfachen Körper.

Die mit * bezeichneten haben mit einem andern fast ganz gleiche Verhältniſszahlen.

Alumium	171,167	Kiesel	277,478	Selen	494,582
Arsenik	470,042	Kobalt	368,991*	Silber	675,804
Barytium	856,880	Kohlenstoff	76,437	Spieſsglanz	806,452
Beryllium	331,479	Kupfer	395,695	Stickstoff	88,518
Blei	1294,489	Lithium	81,320	Strontium	547,285
Bor	135,983	Magnesium	158,353	Tantalum	1153,715
Brom	489,150*	Mangan	345,900	Tellurium	801,760
Calcium	256,019	Molybdän	598,525	Thorium	744,900
Cererium	574,718	Natrium	290,897	Titanium	303,686
Chlor	221,325	Nickel	369,675*	Uranium	2711,360
Chrom	351,819	Osmium	1244,210*	Vanadium	855,840
Eisen	339,213	Palladium	665,840*	Wasserstoff	6,2398
Fluor	116,900	Phosphor	196,155	Wismuth	886,000
Gold	1243,013*	Platin	1233,260	Wolframium	1183,000
Jod	789,145	Quecksilber	1265,822	Yttrium	401,840
Iridium	1233,260*	Rhodium	651,400	Zink	403,226
Kadmium	696,770	Sauerstoff	100,000	Zinn	735,294
Kalium	489,916*	Schwefel	201,165	Zirkonium	420,238

2. Der technisch wichtigen Säuren.

		Sättigungs-capacität.			Sättigungs-capacität.
Arsenige Säure	1240,084	8,060	Salpetersäure	677,036	14,770
Arseniksäure	1440,084	13,880	— — + Ḣ	789,516	—
Blausäure	342,388	—	Salpetrige Säure	477,036	20,960
Borsäure	871,960	11,468	Salzsäure	455,128	—
Chlorige Säure	742,650	13,463	Schwefelsäure	501,165	19,950
Chlorsäure	942,650	10,610	— — + Ḣ	613,644	—
Chromsäure	651,819	15,300	Schw.wasserstoffs.	213,643	—
Fluſssäure	246,278	—	Schweflige Säure	401,165	24,928
Kieselsäure	577,478	17,316	Spieſsglanzige S.	2012,904	4,970
Kohlensäure	276,437	36,175	Spieſsglanzsäure	2112,904	4,730
Molybdänsäure	898,525	11,130	Wolframsäure	1483,000	6,740
Phosphorsäure	892,310	22,400			

3. Der technisch wichtigen Basen.

Ammoniak	214,470	Bleioxyd	1394,489
Baryt	956,880	Chromoxyd	1003,638

Digitized by Google

Eisenoxydul	439,213	Nickeloxyd	469,675*
Eisenoxyd	978,426	Platinoxyd	1433,260
Goldoxyd	2786,026	Quecksilberoxydul	2631,644
Kadmiumoxyd	796,770	Quecksilberoxyd	1365,822
Kali	589,916	Silberoxyd	1451,607
— — + $\dot{H}$	702,395	Spiefsglanzoxyd	1912,904
Kalk	356,019	Strontian	647,285
Kobaltoxyd	468,991*	Thonerde	642,334
Kupferoxydul	891,390	Uranoxydul	2811,360
Kupferoxyd	495,695	Uranoxyd	5722,720
Magnesia	258,353	Wismuthoxyd	986,000
Manganoxydul	445,900	Zinkoxyd	503,226
Manganoxyd	991,800	Zinnoxydul	835,294
Natron	390,897	Zinnoxyd	935,294
— — + $\dot{H}$	503,376	Wasser	112,4796

Digitized by Google

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06444 0590

Digitized by Google

A 562316 DUPL

Digitized by Google